

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

RECD 21 DEC 2000

WPO

PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>KEM-015-PCT</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP99/07107</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>23/09/1999</b>	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) <b>23/09/1998</b>
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK <b>B21C43/04</b>		
Anmelder <b>KEMPER, Kurt et al.</b>		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
  - ☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 13 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:
  - ☒ Grundlage des Berichts
  - ☐ Priorität
  - ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
  - ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
  - ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
  - ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
  - ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
  - ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  <b>12/04/2000</b>	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  <b>19.12.2000</b>
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   <b>Europäisches Patentamt</b> <b>D-80298 München</b> <b>Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d</b> <b>Fax: +49 89 2399 - 4465</b>	Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Ritter, F</b>  <b>Tel. Nr. +49 89 2399 2387</b> 

**I. Grundlag des Berichts**

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

**Beschreibung, Seiten:**

1-33                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

1-62                      eingegangen am                      20/09/2000    mit Schreiben vom    20/09/2000

**Zeichnungen, Blätter:**

1/15-15/15              ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/07107

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	4-17,20-36,39-62
	Nein: Ansprüche	1,2,3,18,19,37,38
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	
	Nein: Ansprüche	1-62
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-62
	Nein: Ansprüche	

### 2. Unterlagen und Erklärungen siehe Beiblatt

## VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
siehe Beiblatt

**Zu Punkt V**

**1. Es wird auf folgende Dokumente verwiesen:**

D1: US-A-4 185 484

D2: DE-C-886 585

**2. Unabhängiger Anspruch 1:**

Gemäß der Beschreibung (siehe z.B. Seite 19, Absatz 2) reicht die walzende und somit verformende Behandlung der Oberfläche des Werkstücks mit einer oder mehreren irgendwie außenprofilierten Walzen aus, um die Oberfläche des Werkstücks unter Druckeigenspannungen und die darunter liegende Zone unter Zugeigenspannungen zu setzen. Weitere Verfahrensmerkmale scheinen nicht notwendig zu sein, um dieses Ergebnis zu erzielen.

Hieraus ergibt sich zwangsläufig, daß dieses Ergebnis auch mit bekannten Walzverfahren erreicht wird, die unter den Wortlaut des Anspruchs 1 fallen. Hierzu zählt z.B. das Radialgewindewalzen (siehe z.B. US-A-3 913 365). Beim Radialgewindewalzen wird das Werkstück auch durch mit dem Gewindeprofil versehene Walzen beaufschlagt, wodurch konsequenterweise die behandelte Oberfläche des Werkstücks unter Druckeigenspannung gesetzt, und die unter der verformten Oberfläche liegenden Zonen des Werkstücks unter Zugeigenspannungen gesetzt werden. Aufgrund der Steigung des Gewindes werden die Spannungen in axialer und tangentialer Richtung aufgebracht. Auch das aus D1 bekannte Entzunderungsverfahren fällt unter den Wortlaut des Anspruchs 1, da aufgrund des hohen Druckes auf die Walzen nicht nur eine abrasive Entfernung des Zunders erfolgt, sondern gleichzeitig auch das Werkstück oberflächlich deformiert wird (Spalte 2, Zeilen 52-65), wodurch ebenfalls zwangsläufig Druck- und Zugeigenspannungen in die Oberfläche und die darunter liegenden Zonen des Werkstücks eingebracht werden. Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist deshalb nicht neu (Artikel 33(2) PCT).

**3. Abhängige Ansprüche 2 bis 18 und 53 bis 57:**

Die abhängigen Ansprüche 2 bis 18 und 53 bis 57 enthalten keine Merkmale, die in Kombination mit den Merkmalen irgendeines Anspruchs, auf den sie sich beziehen, die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit bzw. erfinderische

Tätigkeit erfüllen. Die Gründe dafür sind die folgenden:

Die zusätzlichen Merkmale des Anspruchs 2 sind ebenfalls aus dem o.g. Gewindewalzen bzw. aus D1 bekannt (Spalte 5, Zeilen 25-28).

Anspruch 3: siehe D1, Figur 1.

Anspruch 4: siehe D2, Figuren, Anspruch 1.

Anspruch 5: die Übertragung des bekannten Verfahrens zur Außenbearbeitung von Werkstücken auf die Innenbearbeitung kann nicht als erfinderisch angesehen werden.

Anspruch 12: siehe D2, Spalte 2, Zeilen 46-52.

Die übrigen Ansprüche 6 bis 11 und 13 bis 17 beschreiben bekannte oder naheliegende Ausgestaltungen der Walzen.

Anspruch 18: siehe D1, Zusammenfassung, letzte 3 Zeilen.

Ansprüche 53 bis 57: es ist für den Fachmann naheliegend, das bekannte Verfahren gemäß Anspruch 1 für die Herstellung verschiedener Produkte unter Verarbeitung verschiedener Materialien anzuwenden.

**4. Unabhängiger Anspruch 19:**

Ein Radialgewindewalkopf weist sämtliche Merkmale des Anspruchs 19 auf (siehe z.B. US-A-3 913 365). Der Gegenstand des Anspruchs 19 ist nicht neu (Artikel 33(2) PCT).

**5. Unabhängige Ansprüche 20 und 37:**

Wie schon in Abschnitt 3. erwähnt, kann die einfache Übertragung der für die Außenbearbeitung eines Werkstücks bekannten Merkmale auf die Innenbearbeitung nicht als erfinderisch angesehen werden (Artikel 33(3) PCT). Das gleiche gilt auch für die Übertragung auf ein Verfahren zur Bearbeitung eines Werkstücks mit einer ebenen Oberfläche. Das Prinzip der Bearbeitung bleibt immer dasselbe.

Der Gegenstand des Anspruchs 37 ist sogar nicht neu (Artikel 33(2) PCT), da Dokument D2 eine Vorrichtung mit allen Merkmalen des Anspruchs 37 offenbart (senkrecht zur Längsrichtung des Werkstücks (9) angeordnete Walze (3, 4) mit Außenprofil (siehe Abb. 4) in Form von der zu der Längsachse der Walze in einem Winkel angeordneten Ausnehmungen (siehe Abb. 3), die um ihre Längsachse drehbar ist (Abbildungen)).

**6. Abhängige Ansprüche 21 bis 36 und 38 bis 52:**

Die abhängigen Ansprüche 21 bis 36 und 38 bis 52 scheinen keine Merkmale zu enthalten, die in Kombination mit den Merkmalen irgendeines Anspruchs, auf den sie sich beziehen, die Erfordernisse des PCT in Bezug auf Neuheit bzw. erfinderische Tätigkeit erfüllen. Die zusätzlichen Merkmale sind entweder aus dem Stand der Technik bekannt, oder aber es handelt sich um naheliegende Ausgestaltungen der Walzen bzw. der Antriebe.

**7. Unabhängige Ansprüche 58 bis 62:**

Die Verarbeitung verschiedener bekannter Materialien in den bekannten oder naheliegenden Vorrichtungen kann nicht als erfinderisch angesehen werden. Der Fachmann würde je nach Aufgabenstellung des Endprodukts immer unterschiedliche Materialien zur Verarbeitung auswählen.

**Zu Punkt VII**

Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1 a) ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in den Dokumenten D1 und D2 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch diese Dokumente angegeben.

Die unabhängigen Ansprüche sind nicht in der zweiteiligen Form nach Regel 6.3 b) PCT abgefaßt.

PCT-Patentanmeldung PCT/EP99/07107

20. September 2000

Anmelder: KEMPER, Kurt et al.

Unser Zeichen: KEM-015-PCT Gr/pe

(Neue) Patentansprüche

1. Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (12, 12', 12''), bei welchem das Werkstück (12, 12', 12'') durch mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22', 76, 76', 78, 78') versehene Walze (16, 16', 16'', 74', 74'', 86', 86'') zumindest teilweise beaufschlagt wird, derart, daß die behandelte Oberfläche (14, 14', 14'') des Werkstücks (12, 12', 12'') unter Druckeigen-  
spannungen und die unter der behandelten Oberfläche (14, 14', 14'') liegenden Zonen des Werkstücks (12, 12', 12'') unter Zugeigen-  
spannungen in axialer und tangentialer Richtung gesetzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12, 12', 12'') durch die Beaufschlagung durch die mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22', 76, 76', 78, 78') versehene Walze (16, 16', 16'', 74', 74'', 86', 86'') in axialer Richtung bewegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12, 12', 12'') durch mindestens eine, insbesondere zwei jeweils, wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22', 76, 76', 78, 78') versehene Walze/n (16, 16', 16'', 74', 74'', 86', 86'') aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung beaufschlagt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12) mit einer runden Oberfläche (14) durch mindestens eine wenigstens teilweise mit ei-

nem Außenprofil (22, 22') versehene Walze (16, 16', 16'''), die parallel zum Werkstück (12) angeordnet und um deren Längsachse (18, 18', 18''') sowie um das Werkstück (12) drehbar ist, beaufschlagt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12'') mit wenigstens einer Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung durch mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22') versehene Walze (16, 16'), die parallel zur Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung angeordnet und um deren Längsachse (18, 18') sowie in der Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung drehbar ist, beaufschlagt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12, 12'') durch eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22') versehene Walze (16, 16', 16''') und wenigstens eine, insbesondere zwei, im wesentlichen unprofilierte Walze/n (16''), die um das Werkstück (12) bzw. in der wenigstens einen Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung angeordnet sind, beaufschlagt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12, 12'') durch eine Walze (16''') mit einem Außenprofil (22, 22') in Form von zu der Längsachse (18''') der Walze (16''') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülsten (24) und Ausnehmungen (26) bearbeitet wird, wobei insbesondere die zu der Längsachse (18''') der Walze (16''') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülste (24) und Ausnehmungen (26) der Walze (16, 16') eine zueinander im wesentlichen entgegengesetzte Vorlaufstellung aufweisen.
8. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12, 12'') durch zwei jeweils wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22') versehene Walzen (16, 16') und eine im wesentlichen unprofilierte Walze (16''), die um das Werkstück (12) bzw. in der wenigstens



einen Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung angeordnet sind, beaufschlagt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12, 12'') durch zwei Walzen (16, 16') mit einem Außenprofil (22, 22') in Form von zu den Längsachsen (18, 18') der Walzen (16, 16') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülsten (24) und Ausnehmungen (26) bearbeitet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei Walzen (16, 16') in gleicher Drehrichtung angetrieben werden, wenn die zu den Längsachsen (18, 18') der Walzen (16, 16') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülste (24) und Ausnehmungen (26) der zwei Walzen (16, 16') eine zueinander im wesentlichen entgegengesetzte Vorlaufstellung aufweisen.
11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei Walzen (16, 16') in entgegengesetzter Drehrichtung angetrieben werden, wenn die zu den Längsachsen (18, 18') der Walzen (16, 16') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülste (24) und Ausnehmungen (26) der zwei Walzen (26, 26') eine zueinander im wesentlichen gleiche Vorlaufstellung aufweisen.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12') mit wenigstens einer ebenen Oberfläche (14') durch mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehene Walze (74', 74'', 86', 86''), die im wesentlichen senkrecht oder in einem Winkel ( $\beta$ ) zum Werkstück (12') angeordnet und um deren Längsachse (80) drehbar ist, beaufschlagt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12') durch die mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehene Walze (74', 74'') beaufschlagt wird und durch mindestens

eine weitere wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehene Walze (86', 86'') oder eine unprofilierte Walze (86, 86'') oder dergleichen Abstützeinrichtung, die zu der mindestens einen Walze (74', 74'') gegenüberliegend beabstandet ist, beaufschlagt bzw. abgestützt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die zu behandelnde Oberfläche (14') des Werkstücks (12') durch die mindestens eine Walze (74', 74'', 86', 86'') mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') in Form von ringförmigen Wülsten (94) und Ausnehmungen (96) bearbeitet werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zu behandelnde Oberfläche (14') des Werkstücks (12') durch mehrere Walzen (74', 74'', 86', 86'') mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') in Form der ringförmigen Wülste (94) und Ausnehmungen (96) bearbeitet wird, wobei die ringförmigen Wülste (94) und Ausnehmungen (96) von zueinander benachbarten Walzen (74', 74'', 86', 86'') in deren Ausgestaltung und Anordnung voneinander unterschiedlich sind und/oder die jeweils zueinander benachbarten Walzen (74', 74'', 86', 86'') in verschiedener Drehrichtung angetrieben werden.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die zu behandelnde Oberfläche (14') des Werkstücks (12') durch Walzen (74'', 86'') mit einem Außenprofil (78, 78') in Form von zu den Längsachsen (80) der Walzen (74'', 86'') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülsten (94) und Ausnehmungen (96) bearbeitet wird, wobei die Walzen (74'', 86'') bei im wesentlichen entgegengesetzter Vorlaufstellung der Wülste (94) und Ausnehmungen (96) in gleicher Drehrichtung oder bei im wesentlichen gleicher Vorlaufstellung der Wülste (94) und Ausnehmungen (96) in entgegengesetzter Drehrichtung angetrieben werden.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die zu behandelnde Oberfläche (14') des Werkstücks

(12') durch Walzen (74', 86') mit einem Außenprofil (76, 76') in Form von zu deren Längsachsen (80) senkrechten, insbesondere zueinander axial versetzten, ringförmigen Wülsten (94) und Ausnehmungen (96) bearbeitet wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das behandelte Werkstück (12, 12', 12'') oder die wenigstens teilweise behandelte Oberfläche (14, 14') bzw. die wenigstens eine behandelte Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung des Werkstücks (12, 12', 12'') mit einem Überzug aus Metall, wie Chrom, Kupfer oder dergleichen, und/oder aus einer Metallegierung und/oder aus einer Farbe und/oder aus Kunststoff beschichtet und/oder eloxiert und/oder galvanisiert und/oder gebeizt wird.
19. Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (12) mit einer runden Oberfläche (14), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die drei parallel und um das Werkstück (12) angeordnete Walzen (16, 16', 16'', 16''') umfaßt, welche wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche (14) des Werkstücks (12) beaufschlagenden Außenprofil (22, 22') in Form von zu der Längsachse (18, 18', 18'', 18''') der Walze (16, 16', 16''') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülsten (24) und Ausnehmungen (26) versehen und jeweils einzeln um deren Längsachsen (18, 18', 18'', 18''') sowie gemeinsam um das Werkstück (12) drehbar sind.
20. Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (12'') mit wenigstens einer Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die mindestens zwei, insbesondere drei, parallel und in der Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung angeordnete Walzen (16, 16', 16'', 16''') umfaßt, welche wenigstens teilweise mit einem die Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung beaufschlagenden Außenprofil (22, 22') in Form von zu der Längsachse (18, 18', 18'', 18''') der Walze (16, 16', 16''') in einem Winkel

( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülsten (24) und Ausnehmungen (26) versehen und jeweils einzeln um deren Längsachsen (18, 18', 18'', 18''') sowie gemeinsam in der Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung drehbar sind.

21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Walze, insbesondere zwei, Walzen (16, 16', 16''), wenigstens teilweise mit einem das Werkstück (12, 12'') beaufschlagenden Außenprofil (22, 22') versehen ist/sind.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die übrigen Walzen, insbesondere eine Walze (16''), unprofiliert ausgebildet sind/ist.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine, insbesondere zwei, Walze/n (16, 16', 16'') wenigstens teilweise mit einem das Werkstück (12, 12'') aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung beaufschlagenden Außenprofil (22, 22') versehen sind.
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Walze (16'') mit einem Außenprofil (22, 22') in Form von zu der Längsachse (18''') der Walze (16'') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülsten (24) und Ausnehmungen (26) mit einer zueinander im wesentlichen entgegengesetzten Vorlaufstellung versehen ist.
25. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß zwei zueinander benachbarte Walzen (16, 16') mit einem Außenprofil (22, 22') bei im wesentlichen entgegengesetzter Vorlaufstellung der Wülste (24) und Ausnehmungen (26) in gleicher Drehrichtung und bei im wesentlichen gleicher Vorlaufstellung der Wülste (24) und Ausnehmungen (26) in entgegengesetzter Drehrichtung antreibbar sind.
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 25, dadurch ge-

- kennzeichnet, daß die mindestens eine Walze (16, 16', 16'') mit unprofilierten Enden (30, 32) versehen ist.
27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß das in Bewegungsrichtung des Werkstücks (12, 12'') anströmseitige unprofilierte Ende (30) der mindestens einen Walze (16, 16', 16'') einen geringfügig kleineren Außendurchmesser aufweist.
28. Vorrichtung nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß das in Bewegungsrichtung des Werkstücks (12, 12'') abströmseitige unprofilierte Ende (32) der mindestens einen Walze (16, 16', 16'') einen geringfügig größeren Außendurchmesser aufweist.
29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen (16, 16', 16'', 16''') von einer Antriebseinrichtung (34) zum Drehen der Walzen (16, 16', 16'', 16''') jeweils einzeln um deren Längsachsen (18, 18', 18'', 18''') und einem Antriebskopf (36) oder dergleichen Antriebsanordnung zum Drehen der Walzen (16, 16', 16'', 16''') gemeinsam um das Werkstück (12) bzw. in der wenigstens einen Bohrung (14'') oder dergleichen des Werkstücks (12'') aufgenommen sind.
30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen (16, 16', 16'', 16''') jeweils von der Antriebseinrichtung (34) mit einem Ende (30) drehfest, insbesondere über ein Profil (38) und eine entsprechend geformte Ausnehmung (40) der Antriebseinrichtung (34), und von dem Antriebskopf (36) oder dergleichen Antriebsanordnung mit einem Ende (32) drehbar aufgenommen sind.
31. Vorrichtung nach Anspruch 29 oder 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung (34) und/oder der Antriebskopf (36) hydraulisch oder pneumatisch steuerbar ist/sind.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung (34) Antriebsmotoren (46) umfaßt, die jeweils einer der Walzen (16, 16', 16'') zugeordnet sind.
33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebskopf (36) oder dergleichen Antriebsanordnung mit einem Schneckenantrieb (48) drehbar ist, der insbesondere über einen gesonderten Antriebsmotor (50) antreibbar ist.
34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung (34) und der Antriebskopf (36) zueinander relativ bewegbar ausgebildet sind.
35. Vorrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung (34) über eine Führungseinrichtung (52) oder dergleichen und ein mechanisch, elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigbares Antriebselement (54), insbesondere einen Druckzylinder oder dergleichen, längsverschiebbar ist.
36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 29 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung (34) und/oder der Antriebskopf (36) mit Zentriereinrichtungen (58) für das Werkstück (12) versehen ist/sind.
37. Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (12') mit wenigstens einer ebenen Oberfläche (14'), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die mindestens eine im wesentlichen senkrecht oder unter einem Winkel ( $\beta$ ) zur Längsrichtung (Pfeil 28) des Werkstücks (12') angeordnete Walze (74', 74'', 86', 86'') umfaßt, welche wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche (14') des Werkstücks (12') beaufschlagenden Außenprofil (76, 76', 78, 78') in Form von zu der Längsachse (80) der mindestens einen Walze (86', 86'') in einem Winkel

( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) oder senkrecht angeordneten ringförmigen Wülsten (94) und Ausnehmungen (96) versehen und um deren Längsachse (80) drehbar ist.

38. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens einen wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehenen Walze (74', 74'') mindestens eine weitere wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehene Walze (86', 86'') oder unprofilierte Walze (86, 86'') oder dergleichen Abstützeinrichtung gegenüberliegend zugeordnet ist.
39. Vorrichtung nach Anspruch 37 oder 38, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens einen wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 78) versehenen Walze (74', 74'', 86', 86'') eine zusätzliche wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76', 78') versehene Walze (74', 74'', 86', 86'') in Bewegungsrichtung des Werkstücks (12') zur Beaufschlagung der Oberfläche (14') des Werkstücks (12') aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung nachgeordnet ist.
40. Vorrichtung nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei einander nachgeordneten Walzen (74'', 86'') ringförmige Wülste (94) und Ausnehmungen (96) aufweisen, die zu deren Längsachsen (80) in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordnet sind, wobei die zwei Walzen (74'', 86'') bei im wesentlichen entgegengesetzter Vorlaufstellung der Wülste (94) und Ausnehmungen (96) in gleicher Drehrichtung oder bei im wesentlichen gleicher Vorlaufstellung der Wülste (94) und Ausnehmungen (96) in entgegengesetzter Drehrichtung antreibbar sind.
41. Vorrichtung nach Anspruch 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei einander nachgeordneten Walzen (74', 86') ringförmige Wülste (94) und Ausnehmungen (96) aufweisen, die zu deren Längsachsen (80) senkrecht angeordnet sind, wobei die zwei Walzen (74', 86') und/oder die ringförmigen Wülste (94) und Ausnehmungen (96) zueinander axial versetzt

sind.

42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 37 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens einen wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche (14') des Werkstücks (12') beaufschlagenden Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehenen Walze (74', 74'', 86', 86'') wenigstens eine unprofilierte Walze (74, 74''', 86, 86''') in Bewegungsrichtung des Werkstücks (12') vor- und/oder nachgeordnet ist.
43. Vorrichtung nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine vorgeordnete unprofilierte Walze (74, 74''', 86, 86''') einen geringfügig kleineren Außendurchmesser aufweist.
44. Vorrichtung nach Anspruch 42 oder 43, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine nachgeordnete unprofilierte Walze (74, 74''', 86, 86''') einen geringfügig größeren Außendurchmesser aufweist.
45. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 44, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmigen Wülste (24, 94) über den Außendurchmesser der mindestens einen Walze (16, 16', 74', 74'', 86', 86'') hinausragen.
46. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 37 bis 45, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Walze (74', 74'') in einer Aufnahmeeinrichtung (72) gelagert ist, die gegenüber einer das Werkstück (12') abstützenden Abstützeinrichtung (84) relativ bewegbar ist.
47. Vorrichtung nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmeeinrichtung (72) über eine Führungseinrichtung (88) oder dergleichen und ein mechanisch, elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigbares Antriebselement (90), insbesondere einem Druckzylinder oder dergleichen, gegenüber der Abstützeinrichtung (84) relativ verstellbar ist.



48. Vorrichtung nach Anspruch 46 oder 47, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstützeinrichtung (84) die mindestens eine weitere wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (78, 78') versehene Walze (86', 86'') oder unprofilierte Walze (86, 86''') oder dergleichen umfaßt.
49. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 46 bis 48, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmeeinrichtung (72) und/oder die Abstützeinrichtung (84) hydraulisch oder pneumatisch steuerbar ist/sind.
50. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 46 bis 49, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens einen (weiteren) wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehenen und/oder unprofilierten Walze (74', 74'', 86', 86'' bzw. 74, 74''', 86, 86''') jeweils ein gesonderter Antriebsmotor (92) zugeordnet ist.
51. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 50, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen (16, 16', 16'', 74, 74', 74'', 74''', 86, 86', 86'', 86''') mehrteilig ausgebildet, insbesondere aus einer Welle (60) sowie einer mit der Welle (60) drehfest verbundenen Hülse (64) mit dem teilweise vorgesehenen Außenprofil (22, 22', 76, 76', 78, 78'), dem glatten anströmseitigen Ende (30), und dem glatten abströmseitigen Ende (32) oder mit glatter Oberfläche insgesamt zusammengesetzt sind.
52. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 51, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen (16, 16', 16'', 74, 74', 74'', 74''', 86, 86', 86'', 86''') durch ein inneres Kühlsystem und/oder ein äußeres Kühlbad kühlbar sind.
53. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (12, 12', 12'') aus Metall, insbesondere aus unedlen Metallen, wie Aluminium, Blei, Chrom, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Mangan, Molybdän, Silicium, Wolfram, Zinn, Zink, oder Legierungen

daraus, wie Messing, vorzugsweise aus Stahl und/oder aus Aluminium und/oder Aluminium enthaltenden Legierungen, wie  $\text{AlMg}_{4,5}\text{Mn}$ ,  $\text{AlMgSi}_{0,5}$ ,  $\text{AlMgSi}$ ,  $\text{AlMg}_5$ ,  $\text{AlZn}_{4,5}\text{Mg}$ ,  $\text{AlCuMg}$ ,  $\text{AlCuMg}_2$ ,  $\text{AlZnMgCu}_{0,5}$ ,  $\text{AlZnMgCu}_{1,5}$ ,  $\text{AlCuMgPb}$ , oder aus edlen Metallen, wie Gold, Palladium, Platin, Silber, oder Legierungen daraus, oder aus Kombinationen daraus.

54. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und 18 zur Herstellung von länglichen, insbesondere gehärteten und/oder beschichteten, Profilen (12) mit runder Oberfläche (14) aus Vollmaterial, insbesondere von Drähten und Stangen, und/oder aus rohrförmigem Material, insbesondere von Rohren, vorzugsweise von Kopfstützbügeln in Kraftfahrzeugen.
55. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und 18 zur Herstellung von gewickelten, insbesondere gehärteten und/oder beschichteten, Werkstücken (12) mit runder Oberfläche (14), vorzugsweise von Schraubenfedern.
56. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und 18 zur Herstellung von Bohrungen (14'') oder dergleichen Ausnehmungen des Werkstücks (12''), insbesondere von Durchgangsbohrungen und/oder Sacklochbohrungen, vorzugsweise in Motoren von Kraftfahrzeugen.
57. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und 12 bis 18 zur Herstellung von länglichen, insbesondere gehärteten und/oder beschichteten, Profilen (12') mit wenigstens einer ebenen Oberfläche (14') aus Vollmaterial, insbesondere von Stangen und Bändern, und/oder aus rohrförmigem Material, insbesondere von Rohren, vorzugsweise von Kopfstützbügeln in Kraftfahrzeugen.
58. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (12, 12', 12'') aus Metall, insbesondere aus unedlen Metallen, wie Aluminium, Blei, Chrom, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Mangan, Molybdän, Silicium, Wolfram, Zinn, Zink, oder Le-

gierungen daraus, wie Messing, vorzugsweise aus Stahl und/oder aus Aluminium und/oder Aluminium enthaltenden Legierungen, wie  $\text{AlMg}_{4,5}\text{Mn}$ ,  $\text{AlMgSi}_{0,5}$ ,  $\text{AlMgSi}$ ,  $\text{AlMg}_5$ ,  $\text{AlZn}_{4,5}\text{Mg}$ ,  $\text{AlCuMg}$ ,  $\text{AlCuMg}_2$ ,  $\text{AlZnMgCu}_{0,5}$ ,  $\text{AlZnMgCu}_{1,5}$ ,  $\text{AlCuMgPb}$ , oder aus edlen Metallen, wie Gold, Palladium, Platin, Silber, oder Legierungen daraus, oder aus Kombinationen daraus.

59. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19, 21 bis 36, 45, 51 und 52 zur Herstellung von länglichen, insbesondere gehärteten und/oder beschichteten, Profilen (12) mit runder Oberfläche (14) aus Vollmaterial, insbesondere von Drähten und Stangen, und/oder aus rohrförmigem Material, insbesondere von Rohren, vorzugsweise von Kopfstützbügeln in Kraftfahrzeugen.
60. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19, 21 bis 36, 45, 51 und 52 zur Herstellung von gewickelten, insbesondere gehärteten und/oder beschichteten, Werkstücken (12) mit runder Oberfläche (14), vorzugsweise von Schraubenfedern.
61. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 36, 45, 51 und 52 zur Herstellung von Bohrungen (14'') oder dergleichen Ausnehmungen des Werkstücks (12''), insbesondere von Durchgangsbohrungen und/oder Sacklochbohrungen, vorzugsweise in Motoren von Kraftfahrzeugen.
62. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 37 bis 52 zur Herstellung von länglichen, insbesondere gehärteten und/oder beschichteten, Profilen (12') mit wenigstens einer ebenen Oberfläche (14') aus Vollmaterial, insbesondere von Stangen und Bändern, und/oder aus rohrförmigem Material, insbesondere von Rohren, vorzugsweise von Kopfstützbügeln in Kraftfahrzeugen.

Verfahren und Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von  
Werkstücken sowie deren Verwendung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken sowie deren Verwendung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken aus Metall, vorzugsweise aus Stahl und/oder Aluminium und/oder Aluminium enthaltenden Legierungen.

Beim Ziehen wie auch beim Strangpressen von Werkstücken, wie zum Beispiel von länglichen Profilen, aus Metall, insbesondere auch aus Aluminium, entsteht an deren äußeren Oberfläche im allgemeinen eine Oxidschicht von zum Teil erheblicher Dicke. Auch bilden sich beim Ziehen bzw. Strangpressen im allgemeinen in der Oberfläche von Werkstücken aus Metall, insbesondere Aluminium, (Längs-)Risse oder dergleichen. Da sowohl derartige Oxidschichten als auch solche (Längs-)Risse zwangsläufig zu einer Herabsetzung der Festigkeit der Werkstücke führen, ist eine nachträgliche Säuberung bzw. Abtragung der Materialoberfläche erforderlich. Dies aber ist ausgesprochen arbeits- und damit kostenintensiv. Zudem weisen Werkstücke, die durch Ziehen bzw. Strangpressen hergestellt sind, im allgemeinen Abmessungen mit ausgesprochen großen Toleranzbereichen auf. Ein nachfolgendes Richten bzw. sonstiges Formen der durch Ziehen bzw. Strangpressen hergestellten Werkstücke ist daher für deren Weiterverarbeitung bzw. Weiterverwendung unbedingt notwendig. Ein solcher Arbeitsschritt aber erhöht ebenfalls den Arbeits- bzw. Kostenaufwand. Vergleichbare Probleme ergeben sich bei der Oberflächenbehandlung von Werkstücken mit Bohrungen oder dergleichen Ausnehmungen, wie Durchgangsbohrungen und/oder Sackbohrungen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken, insbesondere von länglichen Profilen mit beliebigem Querschnitt, bzw. Werkstücken mit Bohrungen oder

dergleichen Ausnehmungen bereitzustellen, das bzw. die konstruktiv ausgesprochen einfach ist und eine Herstellung von Werkstücken von besonders hoher Festigkeit und Härte sowie großer Genauigkeit ohne zusätzlichen Arbeits- und Kostenaufwand ermöglichen, sowie deren Verwendung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken, in Form von beispielsweise länglichen Profilen aus Metall, insbesondere Aluminium oder Aluminium enthaltenden Legierungen, zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird auf überraschend einfache Weise in verfahrenstechnischer Hinsicht durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Verfahrens nach den Merkmalen des Anspruchs 1, bei welchem das Werkstück, zum Beispiel in Form eines länglichen Profils, durch mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehene Walze zumindest teilweise beaufschlagt wird, derart, daß die behandelte Oberfläche des Werkstücks unter Druckeigenspannungen und die unter der behandelten Oberfläche liegenden Zonen des Werkstücks unter Zugeigenspannungen in axialer und tangentialer Richtung gesetzt werden, läßt sich ein besonders einfaches Verfahren erhalten, um Werkstücke, wie längliche Profile, oder deren Bohrungen und sonstigen Ausnehmungen, zum Beispiel Durchgangsbohrungen und Sacklochbohrungen, ohne großen Arbeits- und Kostenaufwand mit wesentlich erhöhter Festigkeit und/oder Härte, ausgesprochen hoher Genauigkeit sowie Glattheit herzustellen. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Säuberung der Materialoberfläche und/oder der oberflächennahen Randzone von spröden Oxidkrusten, beispielsweise Aluminiumoxidkrusten, und schädlichen Verunreinigungen erreicht. Während der Oberflächenbehandlung werden zugleich Oberflächendefekte beseitigt und somit eine hierdurch hervorgerufene Rißauslösung vermieden. Im Ergebnis sind die Werkstücke mit einer materialidentischen Hülle von mehreren Hundert Mikrometern umgeben, die aufgrund einer erhöhten Materialfestigkeit und

resultierenden Druckeigenspannung versteifend wirkt. Die Oberflächenrauigkeit verbessert sich gegenüber den Werkstücken unmittelbar nach dem Ziehen bzw. Strangpressen bis etwa um den Faktor 6 bis 8. Rauigkeitswerte von  $R_a < 0,1$  sind dabei die Regel. Die Werkstücke erhalten mithin eine Eigenspannungscharakteristik, nämlich Druckeigenspannungen in der plastisch verformten Oberfläche bzw. oberflächennahen Randzone und Zugeigenspannungen in den darunter liegenden Gebieten, welche einander entgegenwirken. Die Werkstücke erhalten mithin eine erheblich verbesserte Dauerfestigkeit. Als zusätzlicher Vorteil des Verfahrens nach der Erfindung ergibt sich infolge einer wesentlich verringerten Oxidschichtdicke eine verbesserte Haftung, mit der Folge, daß die Werkstücke problemlos mit galvanischen Beschichtungen versehen werden können, und zwar ohne die sonst übliche Wasserstoffversprödung. Wegen der verbesserten Haftung sind allerdings ebenso alle nur erdenklichen Korrosionsschutzverfahren möglich. Durch eine solche Oberflächenbehandlung wird eine verfestigte und von porösen Oxidpartikeln gereinigte Oberflächenstruktur erhalten. Im Ergebnis dieser partiellen Oberflächenbehandlung erhält der Werkstoff ein Eigenspannungssystem, welches eine erheblich verbesserte Dauerfestigkeit zur Folge hat.

Vorteilhafte konstruktive Einzelheiten des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 bis 18 beschrieben.

Von großer Bedeutung für eine zusätzliche Vereinfachung bei der Oberflächenbehandlung des Werkstücks sind die Maßnahmen des Anspruchs 2, wonach das Werkstück durch die Beaufschlagung durch die mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehene Walze in axialer Richtung bewegt wird. Demnach sind gesonderte verfahrenstechnische Maßnahmen zur Weiterbeförderung des Werkstücks nach der Oberflächenbehandlung nicht erforderlich.

Zur weiteren Erhöhung der Festigkeit und Härte sowie gleichzeitig der Genauigkeit wird das Werkstück in besonderer

Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 3 durch mindestens eine, insbesondere zwei jeweils, wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehene Walze/n aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung beaufschlagt. Auf diese Weise wird die zu behandelnde Oberfläche des Werkstücks vorzugsweise quer zur Bewegungsrichtung des Werkstücks zuerst in einer Richtung und dann in dazu entgegengesetzter Richtung verformt.

Außerordentlich bedeutsam für eine Oberflächenbehandlung eines Werkstücks mit einer runden Oberfläche, zum Beispiel eines Rund- bzw. Rohrmaterials, sind die Merkmale des Anspruchs 4, wonach das Werkstück durch mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehene Walze, die parallel zum Werkstück angeordnet und um deren Längsachse sowie um das Werkstück drehbar ist, beaufschlagt wird.

Von großem Interesse für eine Oberflächenbehandlung eines Werkstücks mit wenigstens einer Bohrung oder dergleichen Ausnehmung bzw. die Bohrung oder Ausnehmung selbst sind die Merkmale des Anspruchs 5, wonach eine Beaufschlagung durch mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehene Walze, die parallel zur Bohrung oder dergleichen Ausnehmung angeordnet und um deren Längsachse sowie in der Bohrung oder dergleichen Ausnehmung drehbar ist, erfolgt.

Des weiteren liegt es im Rahmen der Erfindung, daß das Werkstück bzw. dessen Oberfläche in Form einer außen liegenden Fläche und/oder einer innen liegenden Fläche, zum Beispiel der Innenwandung einer Bohrung, nach Anspruch 6 durch eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehene Walze und wenigstens eine, insbesondere zwei, im wesentlichen unprofilierte Walze/n, die um das Werkstück bzw. in der wenigstens einen Bohrung oder dergleichen Ausnehmung angeordnet sind, beaufschlagt wird.

Nach Anspruch 7 ist in diesem Zusammenhang erfindungsgemäß vorgesehen, das Werkstück durch eine Walze mit einem Außenprofil in Form von zu der Längsachse der Walze in einem

Winkel  $\alpha$  und/oder  $\alpha'$  angeordneten ringförmigen Wülsten und Ausnehmungen zu bearbeiten, wobei die zu der Längsachse der Walze in einem Winkel  $\alpha$ ,  $\alpha'$  angeordneten ringförmigen Wülste und Ausnehmungen der Walze eine zueinander im wesentlichen entgegengesetzte Vorlaufstellung aufweisen.

In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Werkstück nach Anspruch 8 durch zwei jeweils wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehene Walzen und eine im wesentlichen unprofilierte Walze, die um das Werkstück, insbesondere in etwa gleichem Abstand zueinander, angeordnet sind, beaufschlagt.

Vorzugsweise wird das Werkstück bzw. die zu behandelnde (Ober-)Fläche des Werkstücks dabei nach Anspruch 9 durch zwei Walzen mit einem Außenprofil in Form von zu den Längsachsen der Walzen in einem Winkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  angeordneten ringförmigen Wülsten und Ausnehmungen bearbeitet.

In diesem Zusammenhang werden die zwei Walzen nach Anspruch 10 vorzugsweise in gleicher Drehrichtung angetrieben, wenn die zu den Längsachsen der Walzen in einem Winkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  angeordneten ringförmigen Wülste und Ausnehmungen der zwei Walzen eine zueinander im wesentlichen entgegengesetzter Vorlaufstellung aufweisen.

Alternativ dazu werden die Walzen nach Anspruch 11 in entgegengesetzter Drehrichtung angetrieben, wenn die zu den Längsachsen der Walzen in einem Winkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  angeordneten ringförmigen Wülste und Ausnehmungen der zwei Walzen eine zueinander im wesentlichen gleiche Vorlaufstellung aufweisen.

In alternativer Ausgestaltung der Erfindung ist für eine Oberflächenbehandlung eines Werkstücks mit wenigstens einer ebenen Oberfläche in besonders vorteilhafter Weise nach Anspruch 12 vorgesehen, daß das Werkstück durch mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehene Walze, die im wesentlichen senkrecht oder in einem Winkel  $\beta$  zum



Werkstück angeordnet und um deren Längsachse drehbar ist, beaufschlagt wird.

Zweckmäßigerweise wird das Werkstück entsprechend den Maßnahmen nach Anspruch 13 durch die mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehene Walze beaufschlagt und durch mindestens eine weitere wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehene Walze oder eine unprofilierte Walze oder dergleichen Abstützeinrichtung, die zu der mindestens einen Walze gegenüberliegend beabstandet ist, bearbeitet bzw. abgestützt.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, die zu behandelnde Oberfläche des Werkstücks nach Anspruch 14 durch die mindestens eine Walze mit einem Außenprofil in Form von ringförmigen Wülsten und Ausnehmungen zu bearbeiten.

Weiterhin liegt es im Rahmen der Erfindung, die zu behandelnde Oberfläche des Werkstücks nach Anspruch 15 durch mehrere Walzen mit einem Außenprofil in Form der ringförmigen Wülste und Ausnehmungen zu bearbeiten, wobei die ringförmigen Wülste und Ausnehmungen von zueinander benachbarten Walzen in deren Ausgestaltung und Anordnung voneinander unterschiedlich sind und/oder die jeweils zueinander benachbarten Walzen in verschiedener Drehrichtung angetrieben werden.

Dabei ist nach Anspruch 16 erfindungsgemäß vorgesehen, daß das Werkstück bzw. die zu behandelnde Fläche des Werkstücks durch Walzen mit einem Außenprofil in Form von zu den Längsachsen der Walzen in einem Winkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  angeordneten ringförmigen Wülsten und Ausnehmungen bearbeitet wird, wobei die Walzen bei im wesentlichen entgegengesetzter Vorlaufstellung der Wülste und Ausnehmungen in gleicher Drehrichtung oder bei im wesentlichen gleicher Vorlaufstellung der Wülste und Ausnehmungen in entgegengesetzter Drehrichtung angetrieben werden.

Alternativ oder kumulativ ist darüber hinaus erfindungsgemäß vorgesehen, daß das Werkstück bzw. die zu behandelnde Fläche des Werkstücks nach Anspruch 17 durch Walzen mit einem Außenprofil in Form von zu deren Längsachsen senkrechten, insbesondere zueinander axial versetzten, ringförmigen Wülsten und Ausnehmungen bearbeitet wird.

Von besonders großer Bedeutung sind schließlich noch die Merkmale des Anspruchs 18, wonach das behandelte Werkstück oder die wenigstens teilweise behandelte Oberfläche bzw. die wenigstens eine behandelte Bohrung oder dergleichen Ausnehmung des Werkstücks mit einem Überzug aus Metall, wie Chrom, Kupfer oder dergleichen, und/oder aus einer Metallegierung und/oder aus einer Farbe und/oder Kunststoff beschichtet und/oder eloxiert und/oder galvanisiert und/oder gebeizt wird. Mittels der Erfindung lassen sich erheblich verbesserte Haftungseigenschaften der behandelten Werkstücke erreichen. Dies wiederum zieht ganz allgemein wesentliche Verbesserungen hinsichtlich einer Beschichtung von Werkstücken nach sich. So ist es beispielsweise ohne weiteres möglich, ein längliches Profil, wie einen Draht, mit einem Kern aus Aluminium mit einem (geschlossenen bzw. durchgehenden) Mantel aus Kupfer zu überziehen. Der Überzug aus Kupfer bleibt dabei in ausgesprochen dauerhafter Weise und besonders abriebsfest an dem Kern aus Aluminium haften. Eine Verwendung von Kupferdrähten aus Vollmaterial ist nicht mehr erforderlich. Neben einer Gewichtsverringerung lassen sich daher vor allem erhebliche Kosteneinsparungen erreichen. Ebenso sind durch das erfindungsgemäße Verfahren hochbelastbare Hartchrombeschichtungen oder dergleichen möglich, ohne daß kostenintensive Vorarbeiten notwendig werden. Zum Beispiel kann auf ein aufwendiges und zeitintensives Abschälen von oberflächennahen Oxidschichten und/oder Verunreinigungen vor dem Verchromen von Werkstücken, wie Messingwellen oder ähnlichem, wie bisher erforderlich, vollständig verzichtet werden. Gleichermäßen ist ein abriebsfester Auftrag von beispielsweise Eloxalfarben oder eine Eloxierung bzw. Galvanisierung von Werkstücken möglich.

Die zu behandelnden bzw. behandelten Werkstücke und/oder deren Beschichtungen können dabei abhängig von den jeweilig zu erreichenden Materialeigenschaften bzw. -vorgaben aus unedlen Metallen, wie zum Beispiel Aluminium, Blei, Chrom, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Mangan, Molybdän, Silicium, Wolfram, Zinn, Zink, oder Legierungen daraus, wie Messing, oder aus edlen Metallen, wie Gold, Palladium, Platin, Silber, oder Legierungen daraus, oder aus Kombinationen unedler und edler Metalle bestehen. Vorzugsweise bieten sich Stahl und/oder Aluminium und/oder Aluminium enthaltende Legierungen, wie zum Beispiel  $\text{AlMg}_{4,5}\text{Mn}$ ,  $\text{AlMgSi}_{0,5}$ ,  $\text{AlMgSi}$ ,  $\text{AlMg}_5$ ,  $\text{AlZn}_{4,5}\text{Mg}$ ,  $\text{AlCuMg}$ ,  $\text{AlCuMg}_2$ ,  $\text{AlZnMgCu}_{0,5}$ ,  $\text{AlZnMgCu}_{1,5}$ ,  $\text{AlCuMgPb}$ , an.

Diese Aufgabe wird in vorrichtungstechnischer Hinsicht auf überraschend einfache Weise durch die Merkmale des Anspruchs 19 gelöst.

Demnach umfaßt die Vorrichtung nach der Erfindung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken, beispielsweise von länglichen Profilen, mit einer runden Oberfläche drei parallel und um das Werkstück, insbesondere in etwa gleichem Abstand zueinander, angeordnete Walzen, welche wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche des Werkstücks beaufschlagenden Außenprofil versehen und jeweils einzeln um deren Längsachsen sowie gemeinsam um das Werkstück drehbar sind. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich somit durch eine besonders einfache und kompakte Konstruktion aus. Die erfindungsgemäße Vorrichtung stellt zudem eine ausgesprochen hohe Fertigungsgenauigkeit bei der Herstellung von Werkstücken mit besonders hoher Festigkeit und Härte sowie großer Genauigkeit sicher. So lassen sich Werkstücke, zum Beispiel in Form von länglichen Profilen, mit Genauigkeiten von beispielsweise bis zu wenigstens etwa  $1/10$  mm herstellen. Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung werden die Werkstücke, zum Beispiel in Form von länglichen Profilen, bei einer Oberflächenbehandlung zudem keiner Drehbewegung unterworfen. Insoweit lassen sich für solche Werkstücke mit runder

Oberfläche Vorschubgeschwindigkeiten von zum Beispiel bis zu etwa 100 Meter pro Minute erreichen. Nicht zuletzt aufgrund einer ausgesprochen hohen Bearbeitungsgeschwindigkeit ermöglicht die erfindungsgemäße Vorrichtung eine wesentliche Verminderung des Arbeits- und Kostenaufwandes bei der Oberflächenbehandlung solcher Werkstücke mit einer runden Oberfläche.

Diese Aufgabe wird weiterhin in vorrichtungstechnischer Hinsicht auf überraschend einfache Weise durch die Merkmale des Anspruchs 20 gelöst.

Demnach ist eine Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung vorgesehen, die sich für eine entsprechende Bearbeitung von Werkstücken bzw. deren Bohrungen und/oder sonstigen Ausnehmungen, wie Durchgangsbohrungen und/oder Sacklochbohrungen gleichermaßen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, eignet, die mindestens zwei, insbesondere drei, parallel und in der Bohrung oder dergleichen Ausnehmung angeordnete Walzen umfaßt, welche wenigstens teilweise mit einem die Bohrung oder dergleichen Ausnehmung beaufschlagenden Außenprofil versehen und jeweils einzeln um deren Längsachsen sowie gemeinsam in der Bohrung oder dergleichen Ausnehmung drehbar sind. Neben den vorgenannten Vorteilen ist es auf diese Weise ebenso möglich, die oberflächenzubehandelnden Werkstücke gegebenenfalls fest einzuspannen.

Vorteilhafte konstruktive Einzelheiten der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den Ansprüchen 21 bis 37 beschrieben.

Von großer Bedeutung für eine Oberflächenbehandlung von Werkstücken sind die Merkmale der Ansprüche 21 und 22, wonach mindestens eine Walze, insbesondere zwei, Walzen wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche des Werkstücks beaufschlagenden Außenprofil versehen ist/sind und die übrigen Walzen, insbesondere eine Walze, unprofiliert ausgebildet sind/ist.

Nach Anspruch 23 ist das das Werkstück bzw. dessen Oberfläche und/oder Bohrungen beaufschlagende Außenprofil der mindestens einen Walze in Form von zu der Längsachse der Walze in einem Winkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  angeordneten ringförmigen Wülsten und Ausnehmungen ausgebildet.

Aufgrund der Merkmale der Ansprüche 24 bis 26 ist in vorteilhafter Weise eine Beaufschlagung der Oberfläche des Werkstücks durch das Außenprofil der mindestens einen, insbesondere zwei, Walzen aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung, d.h. eine zweifache Verformung im wesentlichen etwa quer oder auch schräg zur Bewegungsrichtung des Werkstücks, ermöglicht.

Weiterhin liegt es im Rahmen der Erfindung, die mindestens eine Walze nach Anspruch 27 mit unprofilierten Enden zu versehen.

Dabei weist das in Bewegungsrichtung des Werkstücks anströmseitige unprofilierte Ende der mindestens einen Walze nach Anspruch 28 einen geringfügig kleineren Außendurchmesser auf, um etwaige Ungleichmäßigkeiten des Werkstücks auszugleichen bzw. eine gewisse Richtfunktion vorzunehmen.

Entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 29 besitzt das in Bewegungsrichtung des Werkstücks abströmseitige unprofilierte Ende der mindestens einen Walze hingegen einen geringfügig größeren Außendurchmesser, um das bereits oberflächenbehandelte Werkstück auf ein konstantes Maß mit glatter Oberfläche zu bringen.

Weiterhin liegt es im Rahmen der Erfindung, daß die Walzen nach den Ansprüchen 30 und 31 von einer Antriebseinrichtung zum Drehen der Walzen jeweils einzeln um deren Längsachsen und einem Antriebskopf zum Drehen der Walzen gemeinsam um das Werkstück aufgenommen sind.

Die Maßnahmen des Anspruchs 32, nämlich die Antriebseinrichtung und/oder den Antriebskopf hydraulisch oder pneumatisch zu steuern, ermöglicht eine stufenlose Steuerung unter Vermeidung jeglichen Schlupfes und damit einhergehend eine ausgesprochen hohe Oberflächenglattheit des Werkstücks. Auch kann damit eine äußerst exakte Einflußnahme auf die Vorschubgeschwindigkeit des Werkstücks unter Berücksichtigung der charakteristischen Merkmale und Betriebsbedingungen, wie Durchmesser der Walzen, Steigung der ringförmigen Wülste und Ausnehmungen, Länge, Durchmesser und Verhältnis zwischen Innen- und Außendurchmesser der ringförmigen Wülste und Ausnehmungen, Durchmesser des Werkstücks und vieles andere mehr, genommen werden.

In diesem Zusammenhang wird der Antrieb der Walzen und eines Schneckenantriebs des Antriebskopfes nach den Ansprüchen 33 und 34 zweckmäßigerweise über gesonderte Antriebsmotoren vorgenommen, die insbesondere hydraulisch oder pneumatisch ansteuerbar sind. Diese Maßnahme unterstützt zusätzlich eine exakte Steuerung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, so daß auf die Bewegung der Walzen und des Schneckenantriebs jeweils individuell Einfluß genommen werden kann.

Eine derart hydraulisch oder pneumatisch wirkende Antriebseinrichtung wird in vorteilhafter Weise zusätzlich von einer Dichtungsanordnung unterstützt, wie sie beispielsweise in der DE 196 10 809 A1 beschrieben ist. Diese Dichtungsanordnung ermöglicht neben der Eigenrotation der Walzen zusätzlich eine Drehung der Walzen um das Werkstück selbst.

Die Merkmale der Ansprüche 35 und 36 dienen in weiterer Ausgestaltung der Erfindung einer ausgesprochen großen Vielseitigkeit der Vorrichtung, da durch die relative Bewegbarkeit der Antriebseinrichtung und des Antriebskopfes zueinander ein Längenausgleich bei unterschiedlich langen Walzen und damit eine beliebige Austauschbarkeit der Walzen ermöglicht ist.

Zum Erhalt einer ausgesprochen großen Genauigkeit bzw. nur sehr kleinen Toleranzen bei gleichzeitig hoher Vorschubgeschwindigkeit sorgen weiterhin die Merkmale des Anspruchs 37, wonach die Antriebseinrichtung und/oder der Antriebskopf mit einer Zentriereinrichtung für das Werkstück versehen ist/sind. Mögliche Schwingungen, die durch die Oberflächenbehandlung im Bereich der Walzen auftreten, können hierdurch beseitigt, zumindest aber vermindert werden.

Diese Aufgabe wird in vorrichtungstechnischer Hinsicht des weiteren auf überraschend einfache Weise durch die Merkmale des Anspruchs 38 gelöst.

Demnach umfaßt die Vorrichtung nach der Erfindung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken, vorzugsweise von länglichen Profilen, mit wenigstens einer ebenen Oberfläche mindestens eine im wesentlichen senkrecht oder unter einem Winkel  $\beta$  zur Längsrichtung des Werkstücks angeordnete Walze, welche wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche des Werkstücks beaufschlagenden Außenprofil versehen und um deren Längsachse drehbar ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung eignet sich mithin besonders für eine Oberflächenbehandlung von Werkstücken mit etwa rechteckförmigem, beispielsweise quadratischem, Querschnitt. Die Vorteile die sich mit einer solchen Vorrichtung erreichen lassen, sind im wesentlichen zu den vorgenannten Vorteilen im Zusammenhang mit der Ausführungsform einer Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken mit runder Oberfläche, wie eine einfache Bauweise, eine Herstellung von Werkstücken mit besonders hoher Festigkeit und Härte sowie großer Genauigkeit, ein geringer Arbeits- und Kostenaufwand etc., identisch.

Zweckmäßigerweise ist der mindestens einen wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehenen Walze nach Anspruch 39 mindestens eine weitere wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehene Walze oder unprofilierte Walze oder dergleichen Abstützeinrichtung gegenüberliegend zugeordnet, um

ein sogenanntes Gegenlager für die mindestens eine Walze vorzusehen. Sofern nicht nur die obere Oberfläche des Werkstücks durch die mindestens eine Walze behandelt werden soll, sondern darüber hinaus zugleich auch die untere Oberfläche, ist insoweit mindestens eine weitere Walze vorgesehen, die ein Außenprofil aufweist. Ansonsten kann eine unprofilierte Walze oder dergleichen Abstützeinrichtung, zum Beispiel in Form einer Abstützplatte etc., Verwendung finden.

Von großer Bedeutung für die Oberflächenbehandlung sind die Merkmale der Ansprüche 40 bis 42, daß nämlich die mindestens eine Walze ein Außenprofil aufweist, welches die Form von ringförmigen Wülsten und Ausnehmungen besitzt, die zu der Längsachse der jeweiligen Walze in einem Winkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  und/oder senkrecht dazu angeordnet sind.

Zur weiteren Verbesserung von Festigkeit und Härte sowie Genauigkeit sind darüber hinaus die Maßnahmen nach Anspruch 43 von außerordentlich großer Bedeutung. Demnach ist der mindestens einen wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehenen Walze eine zusätzliche ebenfalls wenigstens teilweise mit einem Außenprofil versehene Walze nachgeordnet, um die Oberfläche des Werkstücks in Bewegungsrichtung des Werkstücks aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung zu beaufschlagen, d.h. etwa quer bzw. schräg zur Bewegungsrichtung des Werkstücks einmal hin und dann wieder zurück zu verformen.

Eine derartige quasi Hin- und Herverformung der Oberfläche des Werkstücks läßt sich in vorteilhafter Weise durch die Merkmale der Ansprüche 44 und 45 in Abhängigkeit der konstruktiven Ausgestaltung, Anordnung und Drehrichtung der Wülste und Ausnehmungen des Außenprofils verwirklichen.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, der mindestens einen wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche des Werkstücks beaufschlagenden Außenprofil versehenen Walze nach Anspruch 46 wenigstens eine unprofilierte Walze in Bewegungsrichtung des



Werkstücks vor- und/oder nachzuordnen.

Entsprechend der Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Anspruch 47 weist die mindestens eine vorgeordnete unprofilierte Walze einen geringfügig kleineren Außendurchmesser auf, um das Werkstück dem Außenprofil gleichförmig zuzuführen und dabei gegebenenfalls vorhandene Ungleichmäßigkeiten und unerwünschte Toleranzüberschreitungen auszugleichen, zumindest aber abzumildern. Insoweit kommt der mindestens einen vorgeordneten unprofilierten Walze eine gewisse Richtfunktion zu.

Um das aus dem Bereich des Außenprofils kommende Werkstück auf ein vorbestimmtes konstantes Maß mit glatter Oberfläche zu bringen, weist die mindestens eine nachgeordnete unprofilierte Walze nach Anspruch 48 einen geringfügig größeren Außendurchmesser auf. Die mindestens eine nachgeordnete unprofilierte Walze kann mithin zur zusätzlichen Formgebung verwendet werden.

Weiterhin liegt es im Rahmen der Erfindung, daß die ringförmigen Wülste nach Anspruch 49 über den Außendurchmesser der mindestens eine Walze hinausragen.

Einer Oberflächenbehandlung von Werkstücken beliebiger Dicke dienen die Merkmale der Ansprüche 50 bis 52, wonach die mindestens eine Walze in einer Aufnahmeeinrichtung gelagert ist, die gegenüber einer das Werkstück abstützenden Abstützeinrichtung, beispielsweise in Form der mindestens einen weiteren Walze, relativ bewegbar ist. Die Vielseitigkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird auf diese Weise erhöht, da Werkstücke beliebiger Dicke bzw. Höhenabmessung oberflächenbehandelt werden können.

Nach Anspruch 53 ist/sind die Aufnahmeeinrichtung und/oder die Abstützeinrichtung zweckmäßigerweise hydraulisch oder pneumatisch steuerbar.

Durch die Merkmale des Anspruchs 54, der mindestens einen (weiteren) Walze jeweils einen gesonderten Antriebsmotor zuzuordnen, läßt sich zweckmäßigerweise eine individuelle Ansteuerung der jeweiligen Walzen erreichen.

Weiterhin liegt es im Rahmen der Erfindung, die Walzen nach Anspruch 55 mehrteilig auszubilden, insbesondere zum Beispiel aus einer Welle hoher Zähigkeit und einer mit der Welle drehfest verbundenen Hülse hoher Festigkeit bzw. Härte sowie einer damit einhergehenden Verschleißunempfindlichkeit zusammenzusetzen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Walzen vorzugsweise nach Anspruch 56 durch ein inneres Kühlsystem und/oder ein äußeres Kühlbad kühlbar, wodurch die Lebensdauer der Vorrichtung erhöht werden kann.

Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens und den dazugehörigen Vorrichtungen ist es schließlich nach Anspruch 57 noch möglich, Werkstücke aus Metall, insbesondere aus unedlen Metallen, wie Aluminium, Blei, Chrom, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Mangan, Molybdän, Silicium, Wolfram, Zinn, Zink, und Legierungen daraus, wie Messing, vorzugsweise aus Stahl und/oder aus Aluminium und/oder Aluminium enthaltenden Legierungen, wie  $\text{AlMg}_{4,5}\text{Mn}$ ,  $\text{AlMgSi}_{0,5}$ ,  $\text{AlMgSi}$ ,  $\text{AlMg}_5$ ,  $\text{AlZn}_{4,5}\text{Mg}$ ,  $\text{AlCuMg}$ ,  $\text{AlCuMg}_2$ ,  $\text{AlZnMgCu}_{0,5}$ ,  $\text{AlZnMgCu}_{1,5}$ ,  $\text{AlCuMgPb}$ , oder aus edlen Metallen, wie Gold, Palladium, Platin, Silber, und Legierungen daraus, oder aus Kombinationen unedler und edler Metalle herzustellen. Werkstücke aus zum Beispiel Aluminium oder Aluminium enthaltenden Legierungen haben sich dabei in letzter Zeit aufgrund der verschiedenen vorteilhaften Eigenschaften, wie Korrosionsbeständigkeit, geringe spezifische Dichte, etc., als besonders geeignet herausgestellt. Insbesondere auf dem Gebiet des Kraftfahrzeugbaus finden diese Materialien immer häufiger Verwendung. Die diesen Materialien anhängenden Nachteile, wie zum Beispiel bisher nicht ausreichende Festigkeit, arbeits- und kostenintensive Vor- bzw. Nachbehandlung der

Materialoberfläche aufgrund vorhandener Oxidschichten und (Längs-)Risse, sowie ausgesprochen große Toleranzbereiche etc., lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und den dazugehörigen Vorrichtungen auf ausgesprochen einfache Weise beseitigen.

So können nach Anspruch 58 längliche, insbesondere gehärtete und/oder beschichtete, Profile aus Vollmaterial, insbesondere Drähte, Stangen und Bänder, und/oder aus rohrförmigem Material, insbesondere Rohre, vorzugsweise Kopfstützbügel in Kraftfahrzeugen, hergestellt werden.

Auch können das Verfahren und die Vorrichtung nach Anspruch 59 zur Herstellung von gewickelten, insbesondere gehärteten und/oder beschichteten, Werkstücken, vorzugsweise von Schraubenfedern, Verwendung finden.

In zweckmäßiger Weise eignen sich das Verfahren und die Vorrichtung nach der Erfindung entsprechend Anspruch 58 ebenfalls zur Herstellung von Bohrungen oder dergleichen Ausnehmungen, insbesondere von Durchgangsbohrungen und/oder Sacklochbohrungen, in Motoren von Kraftfahrzeugen.

Dem Werkstoff Aluminium bzw. Aluminium enthaltenden Legierungen erschließen sich aufgrund einer erheblich gesteigerten Festigkeit und Härte, einer verbesserten Dauerfestigkeit, einer nur mehr geringen Toleranzgröße und hohen Glattheit sowie einer verbesserten Haftung für galvanische Beschichtungen oder sonstige korrosions- und oxidierungsverhindernde Materialien bisher nicht zugängliche Anwendungsmöglichkeiten. Dadurch wird zugleich die Vielseitigkeit des Werkstoffes Aluminium bzw. der Aluminium enthaltenden Legierungen und deren bereits seit langem bekannten Vorteile noch weiter verbessert.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung sowie anhand der Zeichnungen.

Hierbei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Vorderansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung eines teilweise abgeschnittenen Werkstücks mit einer runden Oberfläche, beispielsweise eines Rund- bzw. Rohrmaterials,
- Fig. 2 eine teilweise aufgebrochene Draufsicht auf die erfindungsgemäße Vorrichtung nach der Fig. 1 entsprechend der Pfeile II-II in vergrößerter Darstellung,
- Fig. 3 eine Draufsicht auf die erfindungsgemäße Vorrichtung nach der Fig. 1 entsprechend der Pfeile III-III in vergrößerter Darstellung,
- Fig. 4 eine Draufsicht auf die erfindungsgemäße Vorrichtung nach der Fig. 1 entsprechend der Pfeile IV-IV in vergrößerter Darstellung,
- Fig. 5A und 5B eine Querschnittsansicht durch die erfindungsgemäße Vorrichtung nach der Fig. 1 entsprechend der Linie V-V und eine schematische Draufsicht auf drei Walzen der erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechend der Fig. 5A, jeweils in vergrößerter Darstellung,
- Fig. 6A, 6B und 6C schematische Seitensichten auf die Ausführungsformen der drei Walzen der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach den Fig. 5A und 5B, jeweils in vergrößerter Darstellung,
- Fig. 7A und 7B eine teilweise Querschnittsansicht durch eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechend der Fig. 1 und eine schematische Draufsicht auf drei Walzen der erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechend der Fig. 7A, jeweils in vergrößerter Darstellung,

Fig. 8A und 8B eine Querschnittsansicht durch eine andere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechend der Fig. 1 und eine schematische Draufsicht auf drei Walzen der erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechend der Fig. 8A, jeweils in vergrößerter Darstellung,

Fig. 9A und 9B eine schematische Vorderansicht einer anderen Ausführungsform einer erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung eines teilweise geschnittenen Werkstücks mit wenigstens einer ebenen Oberfläche, beispielsweise eines Werkstücks mit quadratischem, rechteckigem oder sonstwie polygonalem Querschnitt,

Fig. 10A und 10B schematische Seiten- bzw. Draufsicht auf die Walzen der Ausführungsform der erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung nach der Fig. 7 entsprechend Ausschnitt VIII,

Fig. 11 schematische Seiten- bzw. Draufsicht auf die Walzen der Ausführungsform der erfindungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung nach der Fig. 7 entsprechend Ausschnitt VIII,

Fig. 12A und 12B eine teilweise geschnittene Seitenansicht auf die erfindungsgemäße Vorrichtung nach der Fig. 7 und eine schematische Draufsicht auf drei Walzen der erfindungsgemäßen Vorrichtung entsprechend der Fig. 7, jeweils in vergrößerter Darstellung, und

Fig. 13A, 13B und 13C schematische Darstellungen von drei Ausführungsbeispielen möglicher Verfahrensabläufe zur Herstellung von Werkstücken mit beliebigem Querschnitt, in welchen jeweils die Vorrichtung nach der Erfindung integriert ist.

Bei der nachfolgenden Beschreibung von verschiedenen Ausführungsbeispielen erfindungsgemäßer Vorrichtungen 10 zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken 12, zum Beispiel in Form von länglichen Profilen, mit einer runden Oberfläche 14, beispielsweise mit rundem Querschnitt in Form von einem Rund- oder Rohrmaterial, von Werkstücken 12', beispielsweise von länglichen Profilen, mit wenigstens einer ebenen Oberfläche 14', beispielsweise mit quadratischem oder - wie hier gezeigt - rechteckigem oder sonstigem polygonalen Querschnitt, und von Werkstücken 12'' mit wenigstens einer Bohrung 14'' oder dergleichen Ausnehmung, wie einer Durchgangsbohrung und/oder einer Sacklochbohrung, sind einander entsprechende, gleiche Bauteile jeweils mit identischen Bezugsziffern versehen.

In den Fig. 1 bis 6C ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken 12, wie zum Beispiel von länglichen Profilen, mit einer runden Oberfläche 14 gezeigt.

Entsprechend insbesondere den Fig. 2 bis 4 bzw. 5A umfaßt die Vorrichtung 10 drei Walzen 16, 16', 16'', die parallel und um das Werkstück 12 in etwa gleichem Abstand, d.h. jeweils um  $120^\circ$  versetzt, zueinander angeordnet sind. Die drei Walzen 16, 16', 16'' weisen bei dem in den Fig. 2 bis 4 bzw. 5A gezeigten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 10 jeweils einen gleichen Durchmesser auf. Insoweit sind deren Längsachsen 18, 18', 18'' auf einem gemeinsamen Teilkreis 20 gelegen und damit jeweils zu dem Werkstück 12 gleich beabstandet. Der Durchmesser der drei Walzen 16, 16', 16'' kann aber ebenso variieren.

Die Walzen 16, 16', 16'' sind wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche 14 des Werkstücks 12 beaufschlagenden Außenprofil 22, 22' versehen. Bei der Ausführungsform der Vorrichtung 10 nach den Fig. 1 bis 6C sind die Walzen 16 und 16' mit einem solchen Außenprofil 22, 22' versehen. Die Walze 16'' ist demgegenüber unprofiliert ausgebildet. Grundsätzlich

ist es jedoch ebenso möglich, anstelle von zwei Walzen 16, 16' lediglich eine Walze mit einem derartigen die Oberfläche 14 des Werkstücks 12 beaufschlagenden Außenprofil auszustatten (vgl. die Fig. 7A, 7B ). Auch ist es denkbar, alle drei parallel und um das Werkstück 12 in etwa gleichem Abstand zueinander angeordneten Walzen 16, 16', 16'' mit einem solchen die Oberfläche 14 des Werkstücks 12 beaufschlagenden Außenprofil zu versehen (nicht gezeigt).

Das die Oberfläche 14 des Werkstücks 12 beaufschlagende Außenprofil 22, 22' der zwei Walzen 16, 16' ist in Form von ringförmigen Wülsten 24 und dazwischen angeordneten Ausnehmungen 26 ausgebildet, die zu der Längsachse 18, 18' der jeweiligen Walze 16, 16'' in einem Winkel  $\alpha$  angeordnet sind. Mithin verlaufen die Wülste 24 und Ausnehmungen 26 der beiden Walzen 16, 16' in Längsrichtung der Walzen 16, 16' schräg. Die ringförmigen Wülste 24 ragen dabei über den Außendurchmesser der Walzen 16, 16' hinaus.

In vorteilhafter Weise sind die zwei Walzen 16, 16' wenigstens teilweise mit einem Außenprofil 22, 22' versehen, das die Oberfläche 14 des Werkstücks 12 aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung beaufschlägt, d.h. die Oberfläche 14 des Werkstücks 12 zunächst in einer Richtung und dann in der dazu entgegengesetzten Richtung verformt.

Bei der in den Fig. 1 bis 6C dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 sind die Wülste 24 und Ausnehmungen 26 des Außenprofils 22, 22' der beiden Walzen 16, 16' zu diesem Zweck zueinander umgekehrt, d.h. etwa kreuzweise, angeordnet. Obschon der Winkel  $\alpha$  des Außenprofils 22 der Walze 16 zu dem Winkel  $\alpha'$  des Außenprofils 22' der Walze 16' betragsmäßig identisch ist, unterscheiden sich die Winkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  demnach in ihrem Vorzeichen, sind mithin einmal positiv und einmal negativ, oder umgekehrt. Der Winkel  $\alpha$ ,  $\alpha'$  liegt dabei in einem Bereich zwischen  $2^\circ$  und  $85^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $2^\circ$  und  $60^\circ$  und ganz besonders bevorzugt zwischen  $2^\circ$  und  $10^\circ$  einschließlich.

Es ist allerdings dazu alternativ oder kumulativ möglich, daß sich die Winkel  $\alpha$ ,  $\alpha'$  der Steigung der ringförmigen Wülste 24 und Ausnehmungen 26 voneinander betragsmäßig unterscheiden, daß zum Beispiel der Winkel  $\alpha$   $30^\circ$  und der Winkel  $\alpha'$   $45^\circ$  betragen. Auch jede andere Kombination kann vorgesehen sein.

Nach der Fig. 5B sind die Wülste 24 bzw. Ausnehmungen 26 an der Walze 16 von rechts nach links und an der Walze 16' von links nach rechts vorlaufend ausgebildet. Um eine Bewegung des Werkstücks 12 bei einer solchen im wesentlichen entgegengesetzten Vorlaufstellung der Wülste 24 und Ausnehmungen 26 der zwei zueinander benachbarten Walzen 16, 16' sicherzustellen, sind die zwei Walzen 16, 16' daher in gleicher Drehrichtung antreibbar.

Wenn demgegenüber allerdings die Vorlaufstellung der Wülste 24 und Ausnehmungen 26 im wesentlichen gleich ist, sind die zwei zueinander benachbarten Walzen 16, 16'' dann in entgegengesetzter Drehrichtung antreibbar (nicht dargestellt).

Das Werkstück 12 wird bei der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 nach den Fig. 1 und 5B in Richtung des Pfeiles 28 durch die Walzen 16, 16', 16'' von rechts nach links bewegt.

Die Walzen 16, 16' weisen zwei Enden 30, 32 auf, welche wie deutlich aus den Fig. 5B, 6A und 6B hervorgeht, das jeweilige Außenprofil 22, 22' begrenzen. Das in Bewegungsrichtung des Werkstücks 12 gemäß Pfeil 28 anströmseitige Ende 30 und abströmseitige Ende 32 der Walzen 16, 16' sind dabei unprofiliert bzw. glatt ausgebildet. Das anströmseitige Ende 30 der Walze 16, 16' weist einen geringfügig kleineren Außendurchmesser auf, um etwaige Ungleichmäßigkeiten des dem Außenprofil 22, 22' zuzuführenden Werkstücks 12 auszugleichen bzw. vorab eine gewisse Richtfunktion auszuüben. Das abströmseitige Ende 32 der Walzen 16, 16' weist hingegen einen geringfügig größeren Durchmesser auf, um das aus dem Bereich



des Außenprofils 22, 22' kommende Werkstück 12 auf ein konstantes Maß, nämlich auf das tatsächliche bzw. gewünschte Soll-Maß des Werkstücks 12, mit ausgesprochen glatter Oberfläche bzw. geringem Toleranzmaß zu bringen. Die Walze 16'' hingegen ist durchgehend mit einer glatten Oberfläche versehen.

Die Walzen 16, 16', 16'' sind bei dieser Ausführungsform weiterhin jeweils einzeln um deren Längsachsen 18, 18', 18'' drehbar ausgebildet, wie insbesondere in der Fig. 5A gezeigt ist. Wie bereits erwähnt, sind dabei die beiden Walzen 16, 16' mit gegenläufigem Außenprofil 22, 22' jeweils in gleicher Drehrichtung, die Walze 16'' mit ausschließlich glatter Oberfläche in dazu entgegengesetzter Drehrichtung angetrieben. Die Drehrichtung der Walze 16'' mit ausschließlich glatter Oberfläche kann allerdings beliebig gewählt werden.

Die Walzen 16, 16', 16'' sind entsprechend der Fig. 1 von einer Antriebseinrichtung 34 und einem Antriebskopf 36 oder dergleichen Antriebsanordnung aufgenommen. Die Antriebseinrichtung 34 ist zum Drehen der Walzen 16, 16', 16'' jeweils einzeln um deren Längsachsen 18, 18', 18'' vorgesehen. Der Antriebskopf 36 oder dergleichen Antriebsanordnung dient zum Drehen der Walzen 16, 16', 16'' gemeinsam um das Werkstück 12.

Das anströmseitige Ende 30 der Walzen 16, 16', 16'' ist entsprechend den Fig. 1, 3 und 6A bis 6C mit einem Profil 38, beispielsweise einem Vierkantprofil, in einer entsprechend geformten, im wesentlichen paßgenauen Ausnehmung 40 (vgl. Fig. 3) von der hydraulischen Antriebseinrichtung 34 drehfest aufgenommen. Das abströmseitige Ende 32 der Walzen 16, 16', 16'' ist hingegen jeweils über einen Zapfen 42 in Ausnehmungen 43 des Antriebskopfes 36 (vgl. Fig. 2) drehbar aufgenommen.

Bei der in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsform der Vorrichtung 10 nach der Erfindung ist die Antriebseinrichtung 34 dem Antriebskopf 36 oder dergleichen Antriebsanordnung in

Bewegungsrichtung des Werkstücks 12 gemäß Pfeil 28 vorgeordnet. Ebenso ist es jedoch möglich, die Antriebseinrichtung 34 dem Antriebskopf 36 oder dergleichen Antriebseinrichtung in Bewegungsrichtung des Werkstücks 12 nachzuordnen, so daß dann das jetzt anströmseitige Ende 30 der Walzen 16, 16', 16'' drehbar in dem Antriebskopf 36 gelagert wäre und das jetzt abströmseitige Ende 32 der Walzen 16, 16', 16'' in der Antriebseinrichtung 34 drehfest zur Aufnahme gelangen würde.

Die Antriebseinrichtung 34 und/oder der Antriebskopf 36 oder dergleichen Antriebsanordnung der drei Walzen 16, 16', 16'' ist/sind bei der Ausführungsform der Vorrichtung 10 nach der Erfindung, die in der Fig. 1 dargestellt ist, hydraulisch oder pneumatisch steuerbar. Ein solcher Antrieb der drei Walzen 16, 16', 16'' ermöglicht eine stufenlose Steuerung, um jeglichen Schlupf zu vermeiden und somit eine ständig glatte Oberfläche 14 des Werkstücks 12 bei dessen Behandlung zu erhalten. Eine solche hydraulische oder pneumatische Antriebseinrichtung 34 und/oder ein hydraulisch bzw. pneumatisch betriebener Antriebskopf 36 läßt/lassen sich zum Beispiel durch eine Dichtungsanordnung, wie in der DE 196 10 809 A1 beschrieben, auf ganz vorteilhafte Weise unterstützen. Die Antriebseinrichtung 34 und/oder Antriebskopf 36 ist/sind über ein Steuerpult 44 steuer- bzw. regelbar.

Die Antriebseinrichtung 34 umfaßt dabei insgesamt drei gesonderte, vorzugsweise hydraulisch betriebene, Antriebsmotoren 46, welche endseitig jeweils einer der Walzen 16, 16', 16'' zugeordnet sind. Es ist jedoch auch möglich, lediglich die beiden profilierten Walzen 16, 16' mittels eines solchen Antriebsmotors 46 anzutreiben.

Der in den Fig. 1 und 2 näher dargestellte Antriebskopf 36 oder dergleichen Antriebsanordnung steht mit einem Schneckenantrieb 48 in Wirkeingriff. Zur Vermeidung jeglichen Schlupfes sind der Schneckenantrieb 48 und somit der Antriebskopf 36 ebenfalls über einen Antriebsmotor 50

hydraulisch oder pneumatisch angetrieben. Über die Geschwindigkeit des Schneckenantriebs 48, die gleichermaßen die Drehgeschwindigkeit des Antriebskopfes 36 und damit die gemeinsame Drehbewegung der Walzen 16, 16', 16'' um das zu behandelnde Werkstück 12 vorgibt, wird gleichermaßen der Vorschub des Werkstücks 12 durch die erfindungsgemäße Vorrichtung 10 bestimmt.

Weiterhin sind die Antriebseinrichtung 34 und der Antriebskopf 36 zueinander relativ bewegbar ausgebildet. Die Antriebseinrichtung 34 ist zu diesem Zweck über eine Führungseinrichtung 52 in Form einer Führungsstange oder dergleichen und ein mechanisch, elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigbares Antriebselement 54, die von einem Rahmen 56 der Vorrichtung 10 abgestützt sind, längsverschieblich ausgebildet. Das Antriebselement 54 ist vorzugsweise als Druckzylinder ausgestaltet. Auf diese Weise ist es möglich, einen Längenausgleich bei unterschiedlich langen Walzen 16, 16', 16'' vorzunehmen, wobei die Austauschbarkeit der Walzen 16, 16', 16'' und damit die Vielseitigkeit der Vorrichtung 10 noch weiter erhöht wird.

Um ein Werkstück 12 mit einer ausgesprochen hohen Genauigkeit bzw. nur sehr kleinen Toleranzen zu erhalten, sind der Antriebseinrichtung 34 und dem Antriebskopf 36 zusätzlich Zentriereinrichtungen 58 zugeordnet. Das sich mit hoher Geschwindigkeit durch die Vorrichtung 10 nach der Erfindung gemäß Pfeil 28 bewegendes Werkstück 12 wird stabilisiert, indem Schwingungen, die gegebenenfalls durch die Oberflächenbehandlung im Bereich der Walzen 16, 16', 16'' erzeugt sind, durch die Zentriereinrichtungen 58 aufgefangen werden.

Wie in der Fig. 1 nur schematisch angedeutet, werden die Walzen 16, 16', 16'' durch ein inneres Kühlsystem gekühlt. Alternativ oder kumulativ können die Walzen 16, 16', 16'' darüber hinaus in an sich bekannter Weise durch ein äußeres Kühlungsbad gekühlt werden (nicht dargestellt).

Nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, daß das Werkstück 12 keiner Drehbewegung unterzogen wird, eine Oberflächenbehandlung des Werkstücks 12 vielmehr durch die sich jeweils einzeln um deren Längsachsen 18, 18', 18'' sowie gemeinsam um das Werkstück 12 drehenden Walzen 16, 16', 16'' erfolgt, lassen sich Vorschubgeschwindigkeiten von bis zu etwa 100 Meter/Minute erreichen. Trotz einer solchen weitaus verbesserten Leistung der Vorrichtung 10 läßt sich eine ausgesprochen hohe Genauigkeit des letztendlich durch das abströmseitige Ende 32 der Walzen 16, 16', 16'' auf das gewünschte Maß gebrachte Werkstück 12 erreichen. So sind beispielsweise Genauigkeiten von bis zu wenigstens etwa 1/10 mm möglich, und zwar ohne gesonderte Nachbearbeitung.

Durch die gegenläufige bzw. auch als kreuzweise zu bezeichnende Ausrichtung der Wülste 24 und Ausnehmungen 26 des Außenprofils 22, 22' der Walzen 16, 16' wird das Werkstück 12 einer Längsbewegung unterworfen, ohne jedwede Drehbewegung.

Entsprechend der Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 nach der Fig. 1 läßt sich eine ausgesprochen vielseitige Einsatzmöglichkeit der Vorrichtung 10 erreichen. So ist es möglich, Walzen 16, 16', 16'' mit unterschiedlicher Länge, mit unterschiedlichem Durchmesser wie auch unterschiedlichem Außenprofil 22, 22', d.h. durch Anordnung der Wülste 24 und Ausnehmungen 26 mit unterschiedlicher Steigung, in unterschiedlicher Anzahl der Wülste 24 und Ausnehmungen 26, mit unterschiedlichem Zwischenabstand etc., je nach Abmessungen, Materialeigenschaften etc. des jeweiligen Werkstücks 12 individuell zu verwenden.

Entsprechend den Fig. 6A bis 6C sind die Walzen 16, 16', 16'' mehrteilig ausgebildet. So umfassen die Walzen 16, 16', 16'' jeweils eine Welle 60 mit einem im Bereich des Profils 38 vorgesehen Anschlag 62. Die Welle 60 nimmt eine Hülse 64 entweder mit dem Außenprofil 22, 22', dem anströmseitigen Ende 30 und dem abströmseitigen Ende 32 oder mit insgesamt glatter

Oberfläche auf. Die Hülse 64 ist über einen Nutenkeil 66 an der Welle 60 drehgesichert angebracht. In axialer Richtung ist die Hülse 64 auf der Welle 60 durch den Anschlag 62, einen Ring 68 und eine Mutter 70 gesichert. Aufgrund einer solchen Mehrteiligkeit ist es möglich, ohne weiteres die Hülse 64 bei Verschleiß oder Defekt des Außenprofils 22, 22' der Walzen 16, 16' bzw. 16'' ohne Aufwand auszutauschen. Eine solche Mehrteiligkeit hat zudem den Vorteil, daß die Welle 60 und die Hülse 64 unterschiedlichen Herstellungsweisen unterzogen werden können, so daß letztendlich die Welle 60 eine hohe Zähigkeit und die Hülse 64 mit dem Außenprofil 22, 22' der Walzen 16, 16' bzw. 16'' eine große Härte und damit hohe Verschleißfestigkeit aufweisen.

Bei der Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 entsprechend den Fig. 7A und 7B ist lediglich eine Walze, nämlich die Walze 16''', wenigstens teilweise mit einem Außenprofil 22, 22' versehen, das die Oberfläche 14 des Werkstücks 12 aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung beaufschlagt, d.h. die Oberfläche 14 des Werkstücks 12 zunächst in einer Richtung und dann in der dazu entgegengesetzten Richtung verformt.

Bei der Vorrichtung 10 nach den Fig. 7A und 7B sind die Wülste 24 und Ausnehmungen 26 des Außenprofils 22, 22' der Walze 16''' zu diesem Zweck zueinander umgekehrt, d.h. etwa kreuzweise, angeordnet. Obschon der Winkel  $\alpha$  des Außenprofils 22 zu dem Winkel  $\alpha'$  des Außenprofils 22' der Walze 16''' betragsmäßig identisch ist, differieren die Winkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  demnach in ihrem Vorzeichen. Die Walze 16''' dreht sich um deren Achse 18'''. Die zwei Walzen 16'' sind unprofiliert ausgebildet.

Schließlich unterscheidet sich das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 nach den Fig. 8A und 8B noch von der Ausführungsform nach den Fig. 1 bis 6C dadurch, daß die Walzen 16, 16', 16'' zur Oberflächenbehandlung einer Oberfläche bzw. Innenwandung einer Bohrung 14'' oder

dergleichen Ausnehmung, beispielsweise einer Durchgangsbohrung und/oder Sacklochbohrung, wie die Zylinderbohrungen, in einem Motorblock eines Kraftfahrzeuges des Werkstücks 12'' verwendet sind. Jedoch ist es ebenso möglich, lediglich eine Walze 16''' entsprechend den Fig. 7A, 7B mit einem Außenprofil 22 und/oder 22' und/oder weitere profilierte Walzen 16, 16', 16'' zu dem Zweck der Oberflächenbehandlung des Werkstücks 12'' bzw. von der Innenwandung einer Bohrung 14'' vorzusehen (nicht gezeigt).

Die Walzen 16, 16', 16'', die beispielsweise jeweils von einem Schaft 17, 17', 17'' oder dergleichen getragen sind (andeutungsweise dargestellt), stützen sich zugleich sämtlich an der Innenwandung der Bohrung 14'' des Werkstücks 12'' ab. Dies ist um so vorteilhafter, als die Walzen 16, 16', 16'' bei vor allem einer Oberflächenbehandlung einer Sacklochbohrung freitragend gelagert sind. Denkbar ist jedoch ebenso, lediglich eine Walze 16 einzusetzen. Vorzugsweise sollten aber wenigstens zwei Walzen 16, 16' bzw. 16'' zum Einsatz kommen, wovon dann wenigstens eine profiliert ist. Diese beiden Walzen 16, 16' bzw. 16'' sollten einander gegenüberliegend angeordnet sein, wobei deren beider Außendurchmesser auf dem Innendurchmesser der Bohrung 14'' abrollen könnte, um zusätzlich eine Abstützfunktion bei der Oberflächenbehandlung zu erreichen. Hierdurch läßt sich die hohe Fertigungsgenauigkeit des Werkstücks 12'' nach der Oberflächenbehandlung noch weiter verbessern.

Mit der weiteren Ausführungsform der Vorrichtung 10, die in den Fig. 9A bis 12B dargestellt ist, lassen sich in entsprechender Weise Werkstücke 12' oberflächenbehandeln. Die Werkstücke 12' weisen im Gegensatz zu den Werkstücken 12 allerdings wenigstens eine ebene Oberfläche 14' auf. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um ein im Querschnitt rechteckiges Werkstück 12' (vgl. insbesondere Fig. 12A), dessen obere und untere Oberfläche 14' gleichermaßen bearbeitet werden.

Die Vorrichtung 10 zur Oberflächenbehandlung von solchen Werkstücken 12' mit wenigstens einer ebenen Oberfläche 14' ist bei dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 9A und 9B als Presse oder dergleichen Vorrichtung ausgestaltet. Die Vorrichtung 10 umfaßt eine Aufnahmevorrichtung 72 in der insgesamt vier Paare von Walzen 74, 74', 74'', 74''' vorgesehen sind, die in Bewegungsrichtung des Werkstücks 12' gemäß Pfeil 28 hintereinander angeordnet und wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche 14' des Werkstücks 12' beaufschlagenden Außenprofil 76, 76', 78, 78' versehen sind, welche nachfolgend noch im einzelnen beschrieben werden.

Die Walzen 74, 74', 74'', 74''' sind in einem Halterahmen 79 um deren Längsachsen 80 drehbar angeordnet, der mit einem Kopf 82 der Aufnahmeeinrichtung 72 verbunden ist. Wie die Fig. 11 zeigt, sind die Walzen 74, 74', 74'', 74''' senkrecht zur Bewegungsrichtung des Werkstücks 12' gemäß Pfeil 28 angeordnet. Es ist jedoch möglich, diese in einem Winkel  $\beta$  schräg dazu anzustellen (nicht gezeigt). Der Winkel  $\beta$  beträgt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel daher  $0^\circ$ .

Die Aufnahmeeinrichtung 72 wirkt mit einer Abstützeinrichtung 84 zusammen, welche der Aufnahmeeinrichtung 72 gegenüberliegend zugeordnet und als sogenanntes Gegenlager für das Werkstück 12' bei dessen Oberflächenbehandlung vorgesehen ist. Die Abstützeinrichtung 84 ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ebenfalls durch insgesamt vier Paare von Walzen 86, 86', 86'', 86''' gebildet, die in Zahl und Anordnung den vier Paaren von Walzen 74, 74', 74'', 74''' entsprechen. Die Walzen 86, 86', 86'', 86''' sind daher ebenfalls in Bewegungsrichtung des Werkstücks 12' gemäß Pfeil 24 hintereinander angeordnet und wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche 14' des Werkstücks beaufschlagenden Außenprofil 76, 76', 78, 78' versehen.

Sofern eine Behandlung der unteren Oberfläche 14' des Werkstücks 12' allerdings nicht erforderlich ist, ist es selbstverständlich, daß anstelle der Walzen 86', 86'' mit

einem Außenprofil 76, 76', 78, 78' ebenfalls unprofilierte Walzen 86, 86'', eingesetzt werden. Auch ist es denkbar, die Abstützeinrichtung 84 nicht mit den Walzen 86, 86', 86'', 86'' auszugestalten, sondern statt dessen zum Beispiel eine Abstützplatte oder dergleichen vorzusehen.

Die Aufnahmeeinrichtung 72 mit der mindestens einen die obere Oberfläche 14' des Werkstücks 12' bearbeitenden Walze 74', 74'' ist gegenüber der das Werkstück 14' abstützenden Abstützeinrichtung 84 relativ bewegbar. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß Werkstücke 12' beliebiger Dicke oberflächenbehandelt werden können.

Zu diesem Zweck ist die Aufnahmeeinrichtung 72 über eine Führungseinrichtung 88, beispielsweise in Form von Führungsstangen 89 oder dergleichen, und ein mechanisch, elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigbares Antriebselement 90 gegenüber der Abstützeinrichtung 84 relativ bewegbar, d.h. höhenverstellbar. Das betätigbare Antriebselement 90 ist vorzugsweise als Druckzylinder ausgebildet.

Die Aufnahmeeinrichtung 72 und/oder die Abstützeinrichtung 84 ist/sind hydraulisch oder pneumatisch steuerbar. Die Paare von Walzen 74, 74''' bzw. 86, 86'', die jeweils eine glatte Oberfläche aufweisen, sind mittels gesonderter Antriebsmotoren 92 um deren Längsachsen 80 drehbar angetrieben. Die Antriebsmotoren 92 sind dabei auch vorzugsweise als Hydraulik- bzw. Pneumatikmotoren ausgebildet. Auf diese Weise läßt sich der Vorschub des Werkstücks 12' beliebig, gleichzeitig aber exakt und vor allem stufenlos einstellen. Die Walzen 74', 74'' bzw. 86', 86'' sind demgegenüber in dem Halterahmen 79 der Aufnahmeeinrichtung 72 lediglich frei drehbar gelagert.

Wenn auch bei dem in den Fig. 9A bis 12B gezeigten Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 10 lediglich die Walzen 74, 74'', 86', 86'' über Antriebsmotoren 92 in Drehung versetzt werden, so ist es durchaus denkbar, alternativ oder



kumulativ einzelne oder sämtliche Walzen 74', 74'' und/oder 86', 86'' mit Außenprofil 76, 76', 78, 78' über derartige Antriebsmotoren mit einer Drehbewegung zu beaufschlagen. Hierdurch kann der Vorschub des Werkstücks 12' noch zusätzlich unterstützt werden.

Je nach individueller Vorgabe bzw. Anforderung an die Festigkeit und/oder Maßgenauigkeit des Werkstücks 12' kann diese beispielhaft beschriebene Ausführungsform der Vorrichtung 10 nach der Erfindung beliebig variiert werden. So es ist ohne weiteres möglich, die obere und/oder untere Oberfläche 14' des Werkstücks 12' lediglich durch eine einzige Walze 74', 74'' bzw. 86', 86'' zu bearbeiten, die ein wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche 14' des Werkstücks 12' beaufschlagendes Außenprofil 76, 76', 78, 78' besitzt. Gleichfalls ist es denkbar, die Anzahl der Walzen 74', 74'' bzw. 86', 86'' mit Außenprofil 76, 76', 78, 78' zu erhöhen.

Wie sich den Fig. 10A, 11, 12A und 12B deutlich entnehmen läßt, weisen die Walzen 74', 74'', 86', 86'' wenigstens teilweise ein die Oberfläche 14' des Werkstücks 12' beaufschlagendes Außenprofil 76, 76', 78, 78' in Form von ringförmigen Wülsten 94 und Ausnehmungen 96 auf. Die Außenprofile 76, 76' bzw. 78, 78' sind dabei jeweils aufeinander abgestimmt.

Bei den Walzen 74', 86' sind die ringförmigen Wülste 94 und Ausnehmungen 96 zu den Längsachsen 80 der Walzen 74', 86' senkrecht angeordnet. Mithin sind die ringförmigen Wülste 94 und Ausnehmungen 96 der Walzen 74', 86' parallel in Bewegungsrichtung des Werkstücks 12' gemäß Pfeil 28 ausgerichtet.

Bei den Walzen 74'', 86'' sind die Wülste 94 und Ausnehmungen 96 entsprechend dem Ausführungsbeispiel nach der Fig. 1 zu den Längsachsen 80 der Walzen 74'', 86'' in einem Winkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  angeordnet. Mithin sind die Wülste 94 und Ausnehmungen 96 mit

einer Steigung versehen bzw. schräg zur Bewegungsrichtung des Werkstücks 12' gemäß Pfeil 28 ausgerichtet. Die Wülste 94 und Ausnehmungen 96 sind wiederum gegenläufig, d.h. kreuzweise, angeordnet.

Vorzugsweise sind die Walzen 74', 86' bzw. 74'', 86'' mit dem Außenprofil 76, 76', 78, 78' in Bewegungsrichtung des Werkstücks 12' gemäß Pfeil 28 paarweise hintereinander angeordnet, derart, daß die Oberfläche 14' des Werkstücks 12' aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung beaufschlagt wird. Die Oberfläche 14' des Werkstücks 12' wird mithin etwa quer zur Bewegungsrichtung des Werkstücks 12' gemäß Pfeil 28 einmal hin und dann in entgegengesetzter Richtung wieder zurück verformt.

Dies kann bei den zwei einander nachgeordneten Walzen 74' bzw. 86' mit zu deren Längsachsen 80 senkrecht angeordneten ringförmigen Wülsten 94 und Ausnehmungen 96 dadurch erfolgen, daß die zwei Walzen 74' bzw. 86' und/oder die ringförmigen Wülste 94 und Ausnehmungen 96 zueinander axial versetzt sind.

Bei den zwei einander nachgeordneten Walzen 74'' bzw. 86'' mit den zu deren Längsachsen 80 in einem Winkel  $\alpha$  bzw.  $\alpha'$  angeordneten ringförmigen Wülsten 94 und Ausnehmungen 96 sind zwei Möglichkeiten für eine solche Hin- und Herverformung der Oberfläche 14' des Werkstücks 12' möglich. Zum einen sind die zwei Walzen 74'' bzw. 86'' entsprechend den in den Fig. 10A und 9 gezeigten Ausführungsbeispiel bei im wesentlichen entgegengesetzter Vorlaufstellung der Wülste 94 und Ausnehmungen 96 in gleicher Drehrichtung antreibbar. Zum anderen ist es denkbar, die zwei Walzen 74'' bzw. 86'' bei gleicher Vorlaufstellung der Wülste 94 und Ausnehmungen 96 in entgegengesetzter Drehrichtung anzutreiben (nicht gezeigt). Beide Ausführungsformen sind dabei in ihrer Wirkung und Funktion gleichbedeutend.

Den Fig. 10A, 11 und 12B ist schließlich noch entnehmbar, daß die Paare von Walzen 74, 74''' bzw. 86, 86''' eine glatte

Oberfläche aufweisen. Die Walzen 74, 74''' bzw. 86, 86''' sind den Walzen 74', 74'' bzw. 86', 86'' mit entsprechendem Außenprofil 76, 76' bzw. 78, 78' in Bewegungsrichtung des Werkstücks 12' gemäß Pfeil 28 vor- und/oder nachgeordnet. Die in Bewegungsrichtung anströmseitigen Walzen 70 bzw. 86 sind allerdings mit einem geringfügig kleineren Außendurchmesser, die in Bewegungsrichtung abströmseitigen Walzen 70''' bzw. 86''' mit einem geringfügig größeren Außendurchmesser ausgestaltet.

Es ist ohne weiteres möglich, nur die Walzen 74', 86' oder 74'', 86'' vorzusehen und/oder die Walzen 74', 86' und/oder 74'', 86'' untereinander oder auch miteinander in jeder anderen Reihenfolge zu kombinieren. So besteht beispielsweise die Möglichkeit, eine Walze 74' mit dem Außenprofil 76, eine Walze 74'' mit Außenprofil 78, eine Walze 74''' mit dem Außenprofil 78' und eine Walze 74' mit Außenprofil 76', oder in jeder anderen Kombination, in Reihe anzuordnen.

Wie insbesondere in der Fig. 12A dargestellt ist, können auch die einander zugeordneten Walzen 74', 86' mit voneinander unterschiedlichen Außenprofilen 76 bzw. 76' etc. ausgebildet sein. Entsprechendes gilt für die Walzen 74'', 86''.

Die Fig. 13A und 13B veranschaulichen Verfahrensabläufe, in welchen die Oberflächenbehandlung gemäß dem Verfahren und der dazugehörigen Vorrichtung nach der Erfindung integriert ist.

Nach der Fig. 13A wird das Werkstück 12, 12' vorzugsweise aus Aluminium in einer Presse 98 stranggepreßt, dann in einem Bad 100 einer Kühlung unterzogen, anschließend auf einer Richtbank 102 gerichtet, sodann in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 entsprechend oberflächendbehandelt, danach in einer Formbank 104 verformt und schließlich in einer Schneideeinrichtung 106 abgelängt.

Das Verfahren nach der Fig. 13B unterscheidet sich von demjenigen der Fig. 13A nur dadurch, daß das Werkstück 12, 12'

nach der Oberflächenbehandlung in der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 direkt auf ein Haspel 108 aufgewickelt wird. Dies ist erstmalig durch die erfindungsgemäße Vorrichtung 10 möglich, da das Werkstück 12, 12' keiner Eigenrotation unterworfen ist, sondern sich nur gerade in Längsrichtung gemäß Pfeil 28 bewegt.

Das Verfahren nach der Fig. 13C wiederum differiert von demjenigen nach der Fig. 13B lediglich in einer Vorrichtung 110 zur Beschichtung und/oder Eloxierung und/oder Galvanisierung und/oder Beizung des Werkstücks 12, 12' mit Metallen, wie Chrom, Kupfer etc., Farben, zum Beispiel abriebsfesten Eloxalfarben, oder Kunststoffen. Die Vorrichtung 110 ist zwischen der erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 zur Oberflächenbehandlung und dem Haspel 108 angeordnet.

Das Verfahren und die Vorrichtung 10 nach der Erfindung eignen sich besonders gut für die Massenproduktion von länglichen Profilen, wie zum Beispiel Kopfstützbügeln in Kraftfahrzeugen oder ähnlichem, die vorzugsweise aus Aluminium oder Aluminium enthaltenden Legierungen bestehen. Insbesondere zeichnen sich derartig hergestellte Kopfstützen einerseits durch eine ausgesprochen hohe Festigkeit, andererseits aber auch eine gewisse Verformbarkeit aus, so daß gerade bei Frontalzusammenstößen bisher zu verzeichnende Kopfverletzungen der Fahrzeuginsassen vermieden werden können.

Das Verfahren und die dazugehörigen Vorrichtungen nach der Erfindung sind nicht auf die zuvor beispielhaft beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. So ist es durchaus denkbar, die in dem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß den Fig. 9A bis 12B auch die seitlichen Oberflächen in entsprechender Weise zu der oberen bzw. unteren Oberfläche des Werkstücks zu bearbeiten. Zu diesem Zweck müßten dann lediglich mindestens jeweils eine Walze mit einem Außenprofil etwa senkrecht zu den beschriebenen Walzen angeordnet werden. Darüber hinaus ist es möglich, das zu behandelnde Werkstück aus jedem auf dem Markt erhältlichen Material bzw. Werkstoff

aus Metall bzw. einer Metallegierung auszubilden. Gleiches gilt für eventuell vorzusehende Überzüge des bereits behandelten Werkstücks bzw. einer Oberfläche oder Bohrung etc. davon, die ebenfalls beliebig ausgebildet sein, mithin aus Metall bzw. einer Metallegierung und/oder Farbe und/oder Kunststoff bestehen können.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (12, 12', 12''), bei welchem das Werkstück (12, 12', 12'') durch mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22', 76, 76', 78, 78') versehene Walze (16, 16', 16'', 74', 74'', 86', 86'') zumindest teilweise beaufschlagt wird, derart, daß die behandelte Oberfläche (14, 14', 14'') des Werkstücks (12, 12', 12'') unter Druckeigenspannungen und die unter der behandelten Oberfläche (14, 14', 14'') liegenden Zonen des Werkstücks (12, 12', 12'') unter Zugeigenspannungen in axialer und tangentialer Richtung gesetzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12, 12', 12'') durch die Beaufschlagung durch die mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22', 76, 76', 78, 78') versehene Walze (16, 16', 16'', 74', 74'', 86', 86'') in axialer Richtung bewegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12, 12', 12'') durch mindestens eine, insbesondere zwei jeweils, wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22', 76, 76', 78, 78') versehene Walze/n (16, 16', 16'', 74', 74'', 86', 86'') aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung beaufschlagt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12) mit einer runden Oberfläche (14) durch mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22') versehene Walze (16, 16', 16''), die parallel zum Werkstück (12) angeordnet und um deren Längsachse (18, 18', 18'') sowie um das Werkstück (12) drehbar ist, beaufschlagt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch

gekennzeichnet, daß das Werkstück (12'') mit wenigstens einer Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung durch mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22') versehene Walze (16, 16''), die parallel zur Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung angeordnet und um deren Längsachse (18, 18') sowie in der Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung drehbar ist, beaufschlagt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12, 12'') durch eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22') versehene Walze (16, 16', 16'') und wenigstens eine, insbesondere zwei, im wesentlichen unprofilierte Walze/n (16''), die um das Werkstück (12) bzw. in der wenigstens einen Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung angeordnet sind, beaufschlagt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12, 12'') durch eine Walze (16'') mit einem Außenprofil (22, 22') in Form von zu der Längsachse (18'') der Walze (16'') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülsten (24) und Ausnehmungen (26) bearbeitet wird, wobei insbesondere die zu der Längsachse (18'') der Walze (16'') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülste (24) und Ausnehmungen (26) der Walze (16, 16') eine zueinander im wesentlichen entgegengesetzte Vorlaufstellung aufweisen.
8. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12, 12'') durch zwei jeweils wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22') versehene Walzen (16, 16') und eine im wesentlichen unprofilierte Walze (16''), die um das Werkstück (12) bzw. in der wenigstens einen Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung angeordnet sind, beaufschlagt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12, 12'') durch zwei Walzen (16, 16') mit einem

Außenprofil (22, 22') in Form von zu den Längsachsen (18, 18') der Walzen (16, 16') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülsten (24) und Ausnehmungen (26) bearbeitet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei Walzen (16, 16') in gleicher Drehrichtung angetrieben werden, wenn die zu den Längsachsen (18, 18') der Walzen (16, 16') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülste (24) und Ausnehmungen (26) der zwei Walzen (16, 16') eine zueinander im wesentlichen entgegengesetzte Vorlaufstellung aufweisen.
11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei Walzen (16, 16') in entgegengesetzter Drehrichtung angetrieben werden, wenn die zu den Längsachsen (18, 18') der Walzen (16, 16') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülste (24) und Ausnehmungen (26) der zwei Walzen (26, 26') eine zueinander im wesentlichen gleiche Vorlaufstellung aufweisen.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12') mit wenigstens einer ebenen Oberfläche (14') durch mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehene Walze (74', 74'', 86', 86''), die im wesentlichen senkrecht oder in einem Winkel ( $\beta$ ) zum Werkstück (12') angeordnet und um deren Längsachse (80) drehbar ist, beaufschlagt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (12') durch die mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehene Walze (74', 74'') beaufschlagt wird und durch mindestens eine weitere wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehene Walze (86', 86'') oder eine unprofilierte Walze (86, 86'') oder dergleichen Abstützeinrichtung, die zu der mindestens einen Walze (74',



74'') gegenüberliegend beabstandet ist, beaufschlagt bzw. abgestützt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die zu behandelnde Oberfläche (14') des Werkstücks (12') durch die mindestens eine Walze (74', 74'', 86', 86'') mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') in Form von ringförmigen Wülsten (94) und Ausnehmungen (96) bearbeitet werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zu behandelnde Oberfläche (14') des Werkstücks (12') durch mehrere Walzen (74', 74'', 86', 86'') mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') in Form der ringförmigen Wülste (94) und Ausnehmungen (96) bearbeitet wird, wobei die ringförmigen Wülste (94) und Ausnehmungen (96) von zueinander benachbarten Walzen (74', 74'', 86', 86'') in deren Ausgestaltung und Anordnung voneinander unterschiedlich sind und/oder die jeweils zueinander benachbarten Walzen (74', 74'', 86', 86'') in verschiedener Drehrichtung angetrieben werden.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die zu behandelnde Oberfläche (14') des Werkstücks (12') durch Walzen (74'', 86'') mit einem Außenprofil (78, 78') in Form von zu den Längsachsen (80) der Walzen (74'', 86'') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülsten (94) und Ausnehmungen (96) bearbeitet wird, wobei die Walzen (74'', 86'') bei im wesentlichen entgegengesetzter Vorlaufstellung der Wülste (94) und Ausnehmungen (96) in gleicher Drehrichtung oder bei im wesentlichen gleicher Vorlaufstellung der Wülste (94) und Ausnehmungen (96) in entgegengesetzter Drehrichtung angetrieben werden.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die zu behandelnde Oberfläche (14') des Werkstücks (12') durch Walzen (74', 86') mit einem Außenprofil (76, 76') in Form von zu deren Längsachsen (80) senkrechten, insbesondere zueinander axial versetzten, ringförmigen

Wülsten (94) und Ausnehmungen (96) bearbeitet wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das behandelte Werkstück (12, 12', 12'') oder die wenigstens teilweise behandelte Oberfläche (14, 14') bzw. die wenigstens eine behandelte Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung des Werkstücks (12, 12', 12'') mit einem Überzug aus Metall, wie Chrom, Kupfer oder dergleichen, und/oder aus einer Metallegierung und/oder aus einer Farbe und/oder aus Kunststoff beschichtet und/oder eloxiert und/oder galvanisiert und/oder gebeizt wird.
19. Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (12) mit einer runden Oberfläche (14), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die drei parallel und um das Werkstück (12) angeordnete Walzen (16, 16', 16'', 16''') umfaßt, welche wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche (14) des Werkstücks (12) beaufschlagenden Außenprofil (22, 22') versehen und jeweils einzeln um deren Längsachsen (18, 18', 18'', 18''') sowie gemeinsam um das Werkstück (12) drehbar sind.
20. Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (12'') mit wenigstens einer Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die mindestens zwei, insbesondere drei, parallel und in der Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung angeordnete Walzen (16, 16', 16'', 16''') umfaßt, welche wenigstens teilweise mit einem die Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung beaufschlagenden Außenprofil (22, 22') versehen und jeweils einzeln um deren Längsachsen (18, 18', 18'', 18''') sowie gemeinsam in der Bohrung (14'') oder dergleichen Ausnehmung drehbar sind.
21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Walze, insbesondere

zwei, Walzen (16, 16', 16'''), wenigstens teilweise mit einem das Werkstück (12, 12'') beaufschlagenden Außenprofil (22, 22') versehen ist/sind.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die übrigen Walzen, insbesondere eine Walze (16'''), unprofiliert ausgebildet sind/ist.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das das Werkstück (12, 12'') beaufschlagende Außenprofil (22, 22') der mindestens einen Walze (16, 16', 16''') in Form von zu der Längsachse (18, 18', 18''') der Walze (16, 16', 16''') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülsten (24) und Ausnehmungen (26) ausgebildet ist.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine, insbesondere zwei, Walze/n (16, 16', 16''') wenigstens teilweise mit einem das Werkstück (12, 12'') aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung beaufschlagenden Außenprofil (22, 22') versehen sind.
25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die eine Walze (16''') mit einem Außenprofil (22, 22') in Form von zu der Längsachse (18''') der Walze (16''') in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordneten ringförmigen Wülsten (24) und Ausnehmungen (26) mit einer zueinander im wesentlichen entgegengesetzten Vorlaufstellung versehen ist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß zwei zueinander benachbarte Walzen (16, 16') mit einem Außenprofil (22, 22') bei im wesentlichen entgegengesetzter Vorlaufstellung der Wülste (24) und Ausnehmungen (26) in gleicher Drehrichtung und bei im wesentlichen gleicher Vorlaufstellung der Wülste (24) und Ausnehmungen (26) in entgegengesetzter Drehrichtung antreibbar sind.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Walze (16, 16', 16'') mit unprofilierten Enden (30, 32) versehen ist.
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß das in Bewegungsrichtung des Werkstücks (12, 12'') anströmseitige unprofilierte Ende (30) der mindestens einen Walze (16, 16', 16'') einen geringfügig kleineren Außendurchmesser aufweist.
29. Vorrichtung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß das in Bewegungsrichtung des Werkstücks (12, 12'') abströmseitige unprofilierte Ende (32) der mindestens einen Walze (16, 16', 16'') einen geringfügig größeren Außendurchmesser aufweist.
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen (16, 16', 16'', 16''') von einer Antriebseinrichtung (34) zum Drehen der Walzen (16, 16', 16'', 16''') jeweils einzeln um deren Längsachsen (18, 18', 18'', 18''') und einem Antriebskopf (36) oder dergleichen Antriebsanordnung zum Drehen der Walzen (16, 16', 16'', 16''') gemeinsam um das Werkstück (12) bzw. in der wenigstens einen Bohrung (14'') oder dergleichen des Werkstücks (12'') aufgenommen sind.
31. Vorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen (16, 16', 16'', 16''') jeweils von der Antriebseinrichtung (34) mit einem Ende (30) drehfest, insbesondere über ein Profil (38) und eine entsprechend geformte Ausnehmung (40) der Antriebseinrichtung (34), und von dem Antriebskopf (36) oder dergleichen Antriebsanordnung mit einem Ende (32) drehbar aufgenommen sind.
32. Vorrichtung nach Anspruch 30 oder 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung (34) und/oder

der Antriebskopf (36) hydraulisch oder pneumatisch steuerbar ist/sind.

33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung (34) Antriebsmotoren (46) umfaßt, die jeweils einer der Walzen (16, 16', 16'') zugeordnet sind.
34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebskopf (36) oder dergleichen Antriebsanordnung mit einem Schneckenantrieb (48) drehbar ist, der insbesondere über einen gesonderten Antriebsmotor (50) antreibbar ist.
35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung (34) und der Antriebskopf (36) zueinander relativ bewegbar ausgebildet sind.
36. Vorrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung (34) über eine Führungseinrichtung (52) oder dergleichen und ein mechanisch, elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigbares Antriebselement (54), insbesondere einen Druckzylinder oder dergleichen, längsverschiebbar ist.
37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinrichtung (34) und/oder der Antriebskopf (36) mit Zentriereinrichtungen (58) für das Werkstück (12) versehen ist/sind.
38. Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (12') mit wenigstens einer ebenen Oberfläche (14'), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die mindestens eine im wesentlichen senkrecht oder unter einem Winkel ( $\beta$ ) zur Längsrichtung (Pfeil 28) des Werkstücks (12') angeordnete Walze (74', 74'', 86', 86'') umfaßt, welche wenigstens

teilweise mit einem die Oberfläche (14') des Werkstücks (12') beaufschlagenden Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehen und um deren Längsachse (80) drehbar ist.

39. Vorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens einen wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehenen Walze (74', 74'') mindestens eine weitere wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehene Walze (86, 86', 86'') oder unprofilierte Walze (86, 86'') oder dergleichen Abstützeinrichtung gegenüberliegend zugeordnet ist.
40. Vorrichtung nach Anspruch 38 oder 39, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Walze (74', 74'', 86', 86'') wenigstens teilweise ein die Oberfläche (14') des Werkstücks (12') beaufschlagendes Außenprofil (76, 76', 78, 78') in Form von ringförmigen Wülsten (94) und Ausnehmungen (96) aufweist.
41. Vorrichtung nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmigen Wülste (94) und Ausnehmungen (96) der mindestens einen Walze (74'') zu deren Längsachse (80) in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordnet sind.
42. Vorrichtung nach Anspruch 40 oder 41, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmigen Wülste (94) und Ausnehmungen (96) der mindestens einen Walze (74', 74'', 86', 86'') zu deren Längsachse (80) senkrecht angeordnet sind.
43. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 38 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens einen wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 78) versehenen Walze (74', 74'', 86', 86'') eine zusätzliche wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76', 78') versehene Walze (74', 74'', 86', 86'') in Bewegungsrichtung des Werkstücks (12') zur Beaufschlagung der Oberfläche (14') des Werkstücks (12') aufeinanderfolgend in entgegengesetzter

Richtung nachgeordnet ist.

44. Vorrichtung nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei einander nachgeordneten Walzen (74'', 86'') ringförmige Wülste (94) und Ausnehmungen (96) aufweisen, die zu deren Längsachsen (80) in einem Winkel ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) angeordnet sind, wobei die zwei Walzen (74'', 86'') bei im wesentlichen entgegengesetzter Vorlaufstellung der Wülste (94) und Ausnehmungen (96) in gleicher Drehrichtung oder bei im wesentlichen gleicher Vorlaufstellung der Wülste (94) und Ausnehmungen (96) in entgegengesetzter Drehrichtung antreibbar sind.
45. Vorrichtung nach Anspruch 43 oder 44, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei einander nachgeordneten Walzen (74', 86') ringförmige Wülste (94) und Ausnehmungen (96) aufweisen, die zu deren Längsachsen (80) senkrecht angeordnet sind, wobei die zwei Walzen (74', 86') und/oder die ringförmigen Wülste (94) und Ausnehmungen (96) zueinander axial versetzt sind.
46. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 38 bis 45, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens einen wenigstens teilweise mit einem die Oberfläche (14') des Werkstücks (12') beaufschlagenden Außenprofil (76, 76', 78, 78') versehenen Walze (74', 74'', 86', 86'') wenigstens eine unprofilierte Walze (74, 74''', 86, 86''') in Bewegungsrichtung des Werkstücks (12') vor- und/oder nachgeordnet ist.
47. Vorrichtung nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine vorgeordnete unprofilierte Walze (74, 74''', 86, 86''') einen geringfügig kleineren Außendurchmesser aufweist.
48. Vorrichtung nach Anspruch 46 oder 47, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine nachgeordnete unprofilierte Walze (74, 74''', 86, 86''') einen

geringfügig größeren Außendurchmesser aufweist.

49. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 48, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmigen Wülste (24, 94) über den Außendurchmesser der mindestens einen Walze (16, 16', 74', 74'', 86', 86'') hinausragen.
50. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 38 bis 49, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Walze (74', 74'') in einer Aufnahmeeinrichtung (72) gelagert ist, die gegenüber einer das Werkstück (12') abstützenden Abstützeinrichtung (84) relativ bewegbar ist.
51. Vorrichtung nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmeeinrichtung (72) über eine Führungseinrichtung (88) oder dergleichen und ein mechanisch, elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigbares Antriebselement (90), insbesondere einem Druckzylinder oder dergleichen, gegenüber der Abstützeinrichtung (84) relativ verstellbar ist.
52. Vorrichtung nach Anspruch 50 oder 51, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstützeinrichtung (84) die mindestens eine weitere wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (78, 78'') versehene Walze (86', 86'') oder unprofilierte Walze (86, 86'') oder dergleichen umfaßt.
53. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 50 bis 52, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmeeinrichtung (72) und/oder die Abstützeinrichtung (84) hydraulisch oder pneumatisch steuerbar ist/sind.
54. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 50 bis 53, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens einen (weiteren) wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (76, 76', 78, 78'') versehenen und/oder unprofilierten Walze (74', 74'', 86', 86'' bzw. 74, 74'', 86, 86'') jeweils ein gesonderter Antriebsmotor (92) zugeordnet ist.



55. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 54, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen (16, 16', 16'', 74, 74', 74'', 74''', 86, 86', 86'', 86''') mehrteilig ausgebildet, insbesondere aus einer Welle (60) sowie einer mit der Welle (60) drehfest verbundenen Hülse (64) mit dem teilweise vorgesehenen Außenprofil (22, 22', 76, 76', 78, 78'), dem glatten anströmseitigen Ende (30), und dem glatten abströmseitigen Ende (32) oder mit glatter Oberfläche insgesamt zusammengesetzt sind.
56. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 55, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen (16, 16', 16'', 74, 74', 74'', 74''', 86, 86', 86'', 86''') durch ein inneres Kühlsystem und/oder ein äußeres Kühlbad kühlbar sind.
57. Verwendung eines Verfahrens und einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (12, 12', 12'') aus Metall, insbesondere aus unedlen Metallen, wie Aluminium, Blei, Chrom, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer, Mangan, Molybdän, Silicium, Wolfram, Zinn, Zink, oder Legierungen daraus, wie Messing, vorzugsweise aus Stahl und/oder aus Aluminium und/oder Aluminium enthaltenden Legierungen, wie  $\text{AlMg}_{4,5}\text{Mn}$ ,  $\text{AlMgSi}_{0,5}$ ,  $\text{AlMgSi}$ ,  $\text{AlMg}_5$ ,  $\text{AlZn}_{4,5}\text{Mg}$ ,  $\text{AlCuMg}$ ,  $\text{AlCuMg}_2$ ,  $\text{AlZnMgCu}_{0,5}$ ,  $\text{AlZnMgCu}_{1,5}$ ,  $\text{AlCuMgPb}$ , oder aus edlen Metallen, wie Gold, Palladium, Platin, Silber, oder Legierungen daraus, oder aus Kombinationen daraus.
58. Verwendung des Verfahrens und der Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Herstellung von länglichen, insbesondere gehärteten und/oder beschichteten, Profilen (12, 12') aus Vollmaterial, insbesondere von Drähten, Stangen und Bändern, und/oder aus rohrförmigem Material, insbesondere von Rohren, vorzugsweise von Kopfstützbügeln in Kraftfahrzeugen.
59. Verwendung des Verfahrens und der Vorrichtung nach einem

der vorhergehenden Ansprüche zur Herstellung von  
gewickelten, insbesondere gehärteten und/oder  
beschichteten, Werkstücken, vorzugsweise von  
Schraubenfedern.

60. Verwendung des Verfahrens und der Vorrichtung nach einem  
der vorhergehenden Ansprüche zur Herstellung von Bohrungen  
(14'') oder dergleichen Ausnehmungen des Werkstücks (12''),  
insbesondere von Durchgangsbohrungen und/oder  
Sacklochbohrungen, vorzugsweise in Motoren von  
Kraftfahrzeugen.

## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung von Werkstücken (12, 12', 12''), bei welchem das Werkstück (12, 12', 12'') durch mindestens eine wenigstens teilweise mit einem Außenprofil (22, 22', 76, 76', 78, 78') versehene Walze (16, 16', 16'', 74', 74'', 86', 86'') zumindest teilweise beaufschlagt wird, derart, daß die behandelte Oberfläche (14, 14', 14'') des Werkstücks (12, 12', 12'') unter Druckeigenspannungen und die unter der behandelten Oberfläche (14, 14', 14'') liegenden Zonen des Werkstücks (12, 12', 12'') unter Zugeigenspannungen in axialer und tangentialer Richtung gesetzt werden.

(Fig. 1)

Claims

1. A method for the surface treatment of workpieces in which said workpiece (12, 12', 12'') is worked at least in part by at least one roll (16, 16', 16'', 74', 74'', 86', 86'') provided at least in part with an outer profile (22, 22', 76, 76', 78, 78') such that the treated surface (14, 14', 14'') of said workpiece (12, 12', 12'') is exposed to inherent compressive stresses and the zones located beneath said treated surface (14, 14', 14'') of said workpiece (12, 12', 12'') are exposed to inherent tensile stresses axially and tangentially.
2. The method as set forth in claim 1, characterized in that said workpiece (12, 12', 12'') is moved in the axial direction by said at least one roll (16, 16', 16'', 74', 74'', 86', 86'') provided at least in part with an outer profile (22, 22', 76, 76', 78, 78').
3. The method as set forth in claim 1 or 2, characterized in that said workpiece (12, 12', 12'') is worked by at least one, more particularly two, roll(s) (16, 16', 16'', 74', 74'', 86', 86'') provided at least in part with an outer profile (22, 22', 76, 76', 78, 78') in sequence in the opposite direction.
4. The method as set forth in any of the claims 1 to 3, characterized in that said workpiece (12) having a round surface (14) is worked by at least one roll (16, 16', 16'') provided at least in part with an outer profile (22, 22') arranged parallel to said workpiece (12) and which is rotatable about the longitudinal centerline (18, 18', 18'') thereof as well as about said workpiece (12).
5. The method as set forth in any of the claims 1 to 3, characterized in that said workpiece (12'') including at least one bore (14'') or similar opening is worked by at

least one roll (16, 16', 16'', 74', 74'', 86', 86'') provided at least in part with an outer profile (22, 22') arranged parallel to said bore (14'') or similar opening and which is rotatable about said longitudinal centerline (18, 18') as well as about said bore (14'') or similar opening.

6. The method as set forth in claim 4 or 5, characterized in that said workpiece (12, 12'') is worked by a roll (16, 16', 16'') provided at least in part with an outer profile (22, 22') and at least one, more particularly two, substantially non-profiled roll(s) (16'') arranged about said workpiece (12) or in said at least one bore (14'') or similar opening.

7. The method as set forth in claim 6, characterized in that said workpiece (12, 12'') is worked by a roll (16'') having an outer profile (22, 22') in the form of annular beads (24) and recesses arranged at an angle ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) to said longitudinal centerline (18, 18', 18'') of said roll (16, 16', 16'', 74', 74'', 86', 86''), whereby said annular beads (24) and recesses (26) arranged at an angle ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) to said longitudinal centerline (18'') of said roll (16'') comprise a lead position substantially opposing each other.

8. The method as set forth in claim 4 or 5, characterized in that said workpiece (12, 12'') is worked by two rolls (16, 16'') each provided at least in part with an outer profile (22, 22') and a substantially non-profiled roll (16'') arranged about said workpiece (12) or in said at least one bore (14'') or similar opening.

9. The method as set forth in claim 8, characterized in that said workpiece (12, 12'') is worked by two roll (16, 16') having an outer profile (22, 22'') in the form of annular beads (24) and recesses (26) arranged at an angle ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) to said longitudinal centerlines (18, 18') of said rolls (16, 16').

10. The method as set forth in claim 9, characterized in that said two rolls (16, 16') are powered in the same direction of rotation when said annular beads (24) and recesses (26) arranged at an angle ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) to said longitudinal centerlines (18, 18') of said two rolls (16, 16') comprise a lead position substantially opposing each other.

11. The method as set forth in claim 9, characterized in that said two rolls (16, 16') are powered in the opposite direction of rotation when said annular beads (24) and recesses (26) arranged at an angle ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) to said longitudinal centerlines (18, 18') of said two rolls (16, 16') comprise a lead position substantially the same to each other.

12. The method as set forth in any of the claims 1 to 3, characterized in that said workpiece (12') including at least one flat surface (14') is worked by at least one roll (74', 74'', 86', 86'') provided at least in part with an outer profile (76, 76', 78, 78') arranged substantially perpendicular or at an angle  $\beta$  to said workpiece (12') and rotatable about the longitudinal centerline (80) thereof.

13. The method as set forth in claim 12, characterized in that said workpiece (12') is worked by at least one roll (74', 74'') provided at least in part with an outer profile (76, 76', 78, 78') and is worked or supported by at least one further roll (86', 86'') provided at least in part with an outer profile (76, 76', 78, 78') or a non-profiled roll (86, 86'') or similar supporting means located spaced away and opposite said at least one roll (74', 74'').

14. The method as set forth in claim 13, characterized in that said surface (14') to be treated of said workpiece (12') is worked by said at least one roll (74', 74'', 86',

86'') including an outer profile (76, 76', 78, 78') in the form of annular beads (24) and recesses (26).

15. The method as set forth in claim 14, characterized in that said surface (14') of said workpiece (12') to be treated is worked by several rolls (74', 74'', 86', 86'') having an outer profile (76, 76', 78, 78') in the form of annular beads (94) and recesses (96), whereby said annular beads (94) and recesses (96) of adjoining rolls (74', 74'', 86', 86'') differ from each other in their configuration and arrangement and/or each of said adjoining rolls (74', 74'', 86', 86'') is powered in a different direction of rotation.

16. The method as set forth in claim 15, characterized in that said surface (14') of said workpiece (12') to be treated is worked by rolls (74'', 86'') having an outer profile (78, 78') in the form of annular beads (24) and recesses (26) arranged at an angle ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) to said longitudinal centerlines (80) of said rolls (74'', 86''), whereby said rolls (74'', 86'') are powered in the same direction of rotation for a substantially opposite lead position of said beads (24) and recesses (26) or in the opposite direction of rotation for a substantially same lead position of said beads (24) and recesses (26).

17. The method as set forth in claim 15 or 16, characterized in that said surface (14') of said workpiece (12') to be treated is worked by rolls (74', 86') having an outer profile (76, 76') in the form of annular beads (94) and recesses (96) arranged perpendicular to their longitudinal centerlines (80), more particularly axially staggered relatively to each other.

18. The method as set forth in any of the claims 1 to 17, characterized in that said workpiece (12, 12', 12'') or said surface (14, 14') or said at least one bore (14'') or similar opening to be treated of said workpiece (12, 12',

12'') is coated with a covering of metal, such as chromium, copper or the like, and/or with a metal alloy and/or a paint and/or plastics and/or is anodized and/or galvanized and/or pickled.

19. A device for surface treatment of workpieces (12) having a round surface (14), more particularly for implementing the method as set forth in any of the preceding claims, comprising three rolls (16, 16', 16'', 16''') arranged parallel to and about said workpiece (12) provided at least in part with an outer profile (22, 22') working said surface (14) of said workpiece (12) and each rotatable about their longitudinal centerlines (18, 18', 18'', 18''') as well as in combination about said workpiece (12).

20. The device for surface treatment of workpieces (12'') having at least one bore (14'') or similar opening, more particularly for implementing the method as set forth in any of the preceding claims, comprising at least two, more particularly three rolls (16, 16', 16'', 16''') provided at least in part with an outer profile (22, 22') working said bore (14'') or similar opening and each rotatable individually about their longitudinal centerlines (18, 18', 18'', 18''') as well as in combination in said bore (14'') or similar opening.

21. The device as set forth in claim 19 or 20, characterized in that a roll, more particularly two, rolls (16, 16', 16''') is/are provided at least in part with an outer profile (22, 22') working said workpiece (12, 12'').

22. The device as set forth in claim 21, characterized in that the remaining rolls, more particularly one roll (16''), are/is configured non-profiled.

23. The device as set forth in any of the claims 19 to 22, characterized in that said outer profile (22, 22') of



said at least one roll (16, 16', 16'') working said workpiece (12, 12'') is configured in the form of annular beads (24) and recesses (26) arranged at an angle ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) to said longitudinal centerline (18, 18', 18'') of said roll (16, 16', 16'').

24. The device as set forth in any of the claims 18 to 23, characterized in that said at least one, more particularly two roll(s) (16, 16', 16'') are provided at least in part with an outer profile (22, 22') working said workpiece (12, 12'') in sequence in the opposite direction.

25. The device as set forth in claim 24, characterized in that said one roll (16'') is provided with an outer profile (22, 22') in the form of annular beads (24) and recesses arranged at an angle ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) to said longitudinal centerline (18'') of said roll (16'').

26. The device as set forth in claim 24, characterized in that two adjoining rolls (16, 16') having an outer profile (22, 22') are drivable in the same direction of rotation for substantially an opposed lead position of said beads (24) and openings (26) and in the opposite direction of rotation for substantially the same lead position of said beads (24) and openings (26).

27. The device as set forth in any of the claims 19 to 26, characterized in that said at least one roll (16, 16', 16'') is provided with non-profiled ends (30, 32).

28. The device as set forth in claim 27, characterized in that said non-profiled end (30) of said at least one roll (16, 16', 16'') incoming in said direction of movement of said workpiece (12, 12'') comprises a slightly smaller outer diameter.

29. The device as set forth in claim 27 or 28, characterized in that said non-profiled end (32) of said at least one roll (16, 16', 16'') outgoing in said direction of movement of said workpiece (12, 12'') has a slightly larger outer diameter.

30. The device as set forth in any of the claims 19 to 29, characterized in that said rolls (16, 16', 16'', 16''') are mounted by a drive means (34) for rotating each of said rolls (16, 16', 16'', 16''') individually about their longitudinal centerlines (18, 18', 18'', 18''') and by a drive head (36) or similar drive arrangement for rotating said rolls (16, 16', 16'', 16''') in combination about said workpiece (12) or in said at least one bore (14'') or the like of said workpiece (12'').

31. The device as set forth in claim 30, characterized in that each of said rolls (16, 16', 16'', 16''') is non-rotatably mounted by said drive means (34) by one end (30), more particularly via a section (38) and a correspondingly shaped recess (40) of said drive means (34), and is rotatably mounted by said drive head (36) or similar drive arrangement by one end (32).

32. The device as set forth in claim 30 or 31, characterized in that said drive means (34) and/or said drive head (36) is/are controllable hydraulically or pneumatically.

33. The device as set forth in any of the claims 30 to 32, characterized in that said drive means (34) comprises drive motors (46) each assigned to one of said rolls (16, 16', 16'').

34. The device as set forth in any of the claims 30 to 33, characterized in that said drive head (36) or similar

drive arrangement is rotatable with a worm drive (48) powered more particularly via a separate drive motor (50).

35. The device as set forth in any of the claims 30 to 34, characterized in that said drive means (34) and said drive head (36) are configured movable relative to each other.

36. The device as set forth in claim 34, characterized in that said drive means (34) is longitudinally shiftable via a guide means (52) or the like and a mechanically, electrically, hydraulically or pneumatically actuatable drive element (54), more particularly a pressure cylinder or the like.

37. The device as set forth in any of the claims 30 to 36, characterized in that said drive means (34) and/or said drive head (36) is/are provided with a centering means (58) for said workpiece (12).

38. A device for surface treatment of workpieces (12') having at least one flat surface (14'), more particularly for implementing the method as set forth in any of the preceding claims, comprising at least one roll (74', 74'', 86', 86'') arranged substantially perpendicular or at an angle  $\beta$  to the longitudinal direction (arrow 28) of said workpiece (12') which is provided with an outer profile (76, 76', 78, 78') working said surface (14') of said workpiece (12') at least in part and which is rotatable about the longitudinal centerline (80) thereof.

39. The device as set forth in claim 38, characterized in that said at least one roll (74', 74'') provided with an outer profile (76, 76', 78, 78') at least in part is assigned at least one further roll (86', 86'') provided at least in part with an outer profile (76, 76', 78, 78') or

non-profiled roll (86', 86'') or like supporting means opposite.

40. The device as set forth in claim 38 or 39, characterized in that said at least one roll (74', 74'', 86', 86'') comprises at least in part an outer profile (76, 76', 78, 78') having the form of annular beads (94) and recesses (96) working said surface (14') of said workpiece (12').

41. The device as set forth in claim 40, characterized in that said annular beads (94) and recesses (96) of said at least one roll (74'') are arranged at an angle ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) to the longitudinal centerline (80) thereof.

42. The device as set forth in claim 40 or 41, characterized in that said annular beads (94) and recesses (96) of said at least one roll (74', 74'', 86', 86'') are arranged perpendicular to the longitudinal centerline (80) thereof.

43. The device as set forth in any of the claims 38 to 42, characterized in that said at least one roll (74', 74'', 86', 86'') provided with an outer profile (76, 78) at least in part is followed by an additional roll (74', 74'', 86', 86'') provided likewise at least in part with an outer profile (76', 78') to work said surface (14') of said workpiece (12') in sequence in the opposite direction.

44. The device as set forth in claim 43, characterized in that said two rolls (74'', 86'') following each other comprise annular beads (94) and recesses (96) arranged at an angle ( $\alpha$ ,  $\alpha'$ ) to the longitudinal centerlines (80) thereof, said two rolls (74'', 86'') being powered in the same direction of rotation when said annular beads (94) and recesses (96) comprise a lead position substantially opposing or in the opposite direction of rotation when said

annular beads (94) and recesses (96) comprise a lead position substantially the same.

45. The device as set forth in claim 43 or 44, characterized in that said two rolls (74', 86') following each other comprise annular beads (94) and recesses (96) arranged perpendicular the longitudinal centerlines (80) thereof, said two rolls (74', 86') and/or said annular beads (94) and recesses (96) being axially staggered relative to each other.

46. The device as set forth in any of the claims 38 to 45, characterized in that at least one non-profiled roll (74, 74'', 86', 86'') is provided upstream and/or downstream of said at least one roll (74', 74'', 86', 86'') provided at least in part with an outer profile (76, 76', 78, 78') working said surface (14') of said workpiece (12') in the direction of movement of said workpiece (12').

47. The device as set forth in claim 46, characterized in that said at least one upstream non-profiled roll (74', 74'', 86', 86'') comprises a slightly smaller outer diameter.

48. The device as set forth in claim 46 or 47, characterized in that said at least one non-profiled downstream roll (74', 74'', 86', 86'') comprises a slightly larger outer diameter.

49. The device as set forth in any of the claims 23 to 48, characterized in that said annular beads (24, 94) protrude beyond the outer diameter of said at least one roll (16, 16', 74', 74'', 86', 86'').

50. The device as set forth in any of the claims 38 to 49, characterized in that said at least one roll (74', 74'')

is mounted in a mounting means (72) movable relative to supporting means (84) supporting said workpiece (12').

51. The device as set forth in claim 50, characterized in that said mounting means (72) is adjustable relative to said supporting means (84) via a guide means (88) or the like and a mechanically, electrically, hydraulically or pneumatically actuatable drive element (90), more particularly a pressure cylinder or the like.

52. The device as set forth in claim 50 or 51, characterized in that said supporting means (84) comprises said at least one further roll (86', 86'') provided at least in part with an outer profile (78, 78') or said non-profiled roll (86, 86'') or the like.

53. The device as set forth in any of the claims 50 to 52, characterized in that said mounting means (72) and/or said supporting means (84) is/are expediently hydraulically or pneumatically controllable.

54. The device as set forth in any of the claims 50 to 53, characterized in that said at least one (further) roll (74', 74'', 86', 86'') provided with an outer profile (76, 76', 78, 78') at least in part and/or non-profiled is assigned in each case a separate drive motor (92).

55. The device as set forth in any of the claims 19 to 54, characterized in that said rolls (16, 16', 16'', 74', 74', 74'', 74'', 86, 86'', 86'') are configured multi-part, they more particularly being composed of a roll (60) as well as a sleeve (64) non-rotatively connected to said shaft (6) together with said outer profile (22, 22', 76, 76', 78, 78') provided at least in part, said smooth incoming end (30) and said smooth outgoing end (32) or with a smooth surface throughout.

56. The device as set forth in any of claims 19 to 55, characterized in that said rolls (16, 16', 16'', 74, 74', 74'', 74'', 86, 86', 86'', 86'') are coolable by an internal cooling system and/or an external cooling bath.

57. Use of a method and a device as set forth in any of the preceding claims for surface treatment of workpieces (12, 12', 12'') of metal, more particularly of base metals such as aluminum, lead, chromium, iron, cobalt, nickel, copper, manganese, molybdenum, silicon, tungsten, tin, zinc or alloys thereof such as brass, preferably of steel and/or aluminum and/or alloyed aluminum such as for example, AlMg4.5Mn, AlMgSi0.5, AlMgSi, AlMg5, AlZn4.5Mg, AlCuMg, AlCuMg2, AlZnMgCu0.5, AlZnMgCu1.5, AlCuMgPb or of noble metals such as gold, palladium, platinum, silver or alloys thereof, or of combinations of base and noble metals.

58. Use of said method and said device as set forth in any of the preceding claims for producing elongated sections (12, 12') of solid metal, especially where hardened and/or coated, more particularly wires, rods and strip and/or tubular material, more particularly tubing, preferably headrest brackets in automobiles.

59. Use of said method and said device as set forth in any of the preceding claims for producing coiled, more particularly hardened and/or coated workpieces preferably coiled springs.

60. Use of said method and said device as set forth in any of the preceding claims for producing bores (14'') or similar openings, more particularly through-holes and/or blind holes in automotive engines.

# PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

### NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing (day/month/year)</b> 12 May 2000 (12.05.00)	
<b>International application No.</b> PCT/EP99/07107	<b>Applicant's or agent's file reference</b> KEM-015-PCT
<b>International filing date (day/month/year)</b> 23 September 1999 (23.09.99)	<b>Priority date (day/month/year)</b> 23 September 1998 (23.09.98)
<b>Applicant</b> KEMPER, Kurt et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒

in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

12 April 2000 (12.04.00)

☐

in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<b>The International Bureau of WIPO</b> 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	<b>Authorized officer</b>  F. Baechler  Telephone No.: (41-22) 338.83.38
--	--



## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION OF THE RECORDING  
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and  
Administrative Instructions, Section 422)

To:

GRAPE, Knut  
Grape & Schwarzensteiner  
Sebastiansplatz 7  
D-80331 München  
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 30 March 2000 (30.03.00)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
Applicant's or agent's file reference KEM-015-PCT	
International application No. PCT/EP99/07107	International filing date (day/month/year) 23 September 1999 (23.09.99)

## 1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant
                 
 ☒ the inventor
                 
 ☐ the agent
                 
 ☐ the common representative

## Name and Address

KEMPER, Kurt  
Am Hang 73  
D-45481 Mühlheim  
Germany

## State of Nationality

DE

## State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

## 2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☒ the person
                 
 ☐ the name
                 
 ☐ the address
                 
 ☐ the nationality
                 
 ☐ the residence

## Name and Address

KEMPER, Kurt  
Am Hang 73  
D-45481 Mühlheim  
Germany

## State of Nationality

DE

## State of Residence

DE

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

## 3. Further observations, if necessary:

**The applicant/inventor mentioned above should be recorded as applicant/inventor for all designated States.**

## 4. A copy of this notification has been sent to:

<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input checked="" type="checkbox"/> the designated Offices concerned
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input type="checkbox"/> the elected Offices concerned
<input type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other:

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

N. Lindner

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

09/787819  
8 Rec'd PCT/PTO 23 MAR 2001

Grape & Schwarzensteiner  
Patentanwälte  
European Patent Attorneys

Grape & Schwarzensteiner · Sebastiansplatz 7 · 80331 München

Knut Grape  
Dipl.-Ing. (Univ.)

Marie-Luise Schwarzensteiner  
Dipl.-Chem., Dr. rer. nat.

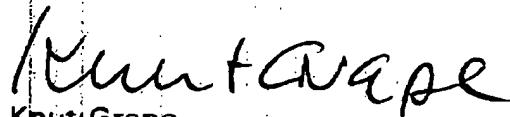
Sebastiansplatz 7  
D-80331 München

Tel. 089-23 66 88 0  
Fax 089-23 66 88 22  
ECONOSULT@t-online.de

March 22, 2001

Verification of translation

I, Knut Grape, Sebastiansplatz 7, 80331 Munich, Germany, hereby declare that I am conversant with German and English languages and that I am the translator of the documents attached and certify that to the best of my knowledge and belief the following is a true and correct translation of both the documents as originally filed and the amended claims of the International patent application PCT/EP99/07107.



Knut Grape  
Patent Attorney